

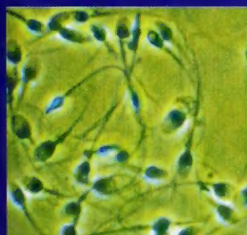
# Gran Atlas de la Vida Antes de Nacer

Marjorie A. England



OCEANO/CENTRUM

Nueva  
Edición



**WITHDRAWN**

No longer the property of the  
Boston Public Library.

Sale of this material benefits the Library





Digitized by the Internet Archive  
in 2013

<https://archive.org/details/granatlasdelavid00marj>

**Gran Atlas**  

---

**de la Vida**  

---

**Antes de Nacer**  

---

**Marjorie A. England**

---

Nueva Edición

---



El *feto humano*, aunque no es más grande que un *guisante verde*,  
está provisto de todas sus partes.

Antoni van Leeuwenhoek, 1683

# Gran Atlas de la Vida Antes de Nacer

Nueva Edición

**Marjorie A. England**

Senior Lecturer, Pre-Clinical Sciences  
Faculty of Medicine  
University of Leicester, UK

The Helen Waddell Visiting Professor  
School of Biomedical Science  
The Queen's University of Belfast, UK

Lately, Honorary Senior Research Fellow  
The Royal College of Surgeons of England, UK

**OCEANO/CENTRUM**

**PARKER HILL**

Es una obra de

**GRUPO  
OCEANO**

Versión en español de la 2ª edición de la obra original en inglés

***A Colour Atlas of Life Before Birth***

Copyright © MCMXCVI M.A. Englad

© MM Edición en español

Ediciones Harcourt España, S.A.

© MM de la traducción

EDITORIAL OCEANO

Traducción: J. Nebot Cegarra

Profesor Titular de Universidad

Departamento de Ciencias Morfológicas

Unidad de Anatomía y Embriología

Facultad de Medicina

Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España

Edición en lengua española:

EDITORIAL OCEANO

Milanesat, 21-23

EDIFICIO OCEANO

08017 Barcelona (España)

Tel.: 932 802 020\*

Fax: 932 041 073

[www.oceano.com](http://www.oceano.com)

Reservados todos los derechos. Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Impreso en España - Printed in Spain

ISBN 84-494-1469-5

Depósito legal: B-32289-XLII

9100300030502



# Índice

<b>Agradecimientos de la segunda edición</b>	vii	<b>Tórax</b>	102
<b>Agradecimientos</b>	viii	Organización general del cuerpo humano	102
<b>Prólogo de la segunda edición</b>	ix	Corazón	104
<b>Prólogo de la primera edición</b>	ix	Sistema circulatorio	110
<b>Terminología</b>	1	Pulmones	117
<b>Planos de sección</b>	2	Diafragma	122
<b>Edad gestacional</b>	2	<b>Abdomen</b>	124
<b>Períodos del desarrollo</b>	4	Pared corporal	124
Período preembrionario	4	Esófago	125
Período embrionario	5	Estómago	126
Período fetal	9	Bazo	126
<b>Ultrasonidos</b>	21	Páncreas	129
<b>Desarrollo inicial</b>	31	Hígado	131
<b>Embrión primitivo</b>	32	Vesícula biliar	131
<b>Celoma</b>	34	Rotación del intestino medio	135
<b>Derivados de las hojas germinativas</b>	35	Intestino posterior	141
<b>Membranas fetales y placenta</b>	36	Ciego y apéndice vermiforme	143
Corion	36	Conducto anal	145
Amnios	38	Riñón	147
Saco vitelino	40	Glándulas suprarrenales (adrenales)	155
Alantoides	41	Vejiga urinaria	157
Placenta	42	Genitales externos	160
Gestación múltiple	44	Genitales internos	166
Cordón umbilical	46	<b>Formación de la cola</b>	171
<b>Desarrollo de la cabeza y del cuello</b>	51	<b>Miembros</b>	173
Encéfalo	51	<b>Huesos y articulaciones</b>	183
Glándula pituitaria (hipófisis)	66	Esternón	187
Ojo	67	Costillas	188
Médula espinal	70	Pelvis	189
Sistema nervioso periférico	71	Cráneo y derivados de los arcos branquiales	190
Desarrollo de la cara	72	Columna vertebral	193
Nariz	74	Series de desarrollo	
Perfil de la cara	78	(coloración con rojo de alizarina)	194
Mandíbula y maxilar	80	Esqueleto fetal	200
Labios y dientes	82	Radiología fetal	204
Paladar	84	<b>Músculos</b>	206
Lengua	87	<b>Integumento</b>	207
Laringe	87	<b>Depósitos de grasa</b>	212
Glándulas salivales	90	<b>Linfáticos</b>	213
Oído externo	91	<b>Crecimiento del útero grávido</b>	214
Oído interno	93	<b>Parto</b>	215
Faringe	95	<b>Glosario</b>	218
Cuello	96	<b>Bibliografía recomendada</b>	221
Tiroides	98	<b>Índice de materias</b>	222
Timo	100		

A Olga A. Smith, BA, MS (MS Hon.)  
Lawrence University, Wisconsin, EE.UU.  
Una maestra inspiradora  
y  
a Peter Wolfe, editor, Londres, UK

# Agradecimientos a la segunda edición

Además de aquellas personas que me permitieron fotografiar sus colecciones para la primera edición, estoy particularmente agradecida a las siguientes personas e instituciones que han colaborado generosamente en la elaboración de esta segunda edición: Dr. G. Batcup, patólogo consultor (University of Leeds), Dr. E. C. Blenkinsopp, patólogo consultor (Watford General Hospital), profesor K. Carr y Departamento de Anatomía de la Queen's University of Belfast (QUB), profesor M. Day St. Thomas Hospital Medical School (St T), Dr. T. El-Sayed, radiólogo consultor (Watford General Hospital), Dr. C. Mills, del Hallam Medical Center y A. Neale, ARDMS, RVT, del Southwest Florida Regional Imaging Center, Florida (EE.UU.). Estoy también agradecida al Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG) por permitirme tener el privilegio de utilizar su colección en permanente renovación. Es también un placer agradecer al profesor W. Kilarski, Jagiellonian University, Krakow, Polonia, poder haber accedido a la Colección Anatómica, y al Dr. J. Karasinski y al Dr. M. Romek su asistencia. El profesor R. Bellairs, University College de Londres, nos dio su colaboración y apoyo en la primera edición, pero inexplicablemente fue omitida la referencia a mi agradecimiento.

El Dr. M. Perry, profesor de la United Medical and Dental Schools, dio su constante consejo, así como también aportaron su tiempo y su consejo N. Badham, profesor de Anatomía Clínica (University of Leicester), los profesores Dr. J. Wakely y Dr. C. Ockleford y J. N. James, consultor emérito de cirugía oral (University of Leicester). El Dr. G. Dickson, profesor de la Queen's University of Belfast, me aconsejó amablemente sobre los huesos y articulaciones. Los Dres. D. Sapunar y K. Vilovic, de la Facultad de Medicina de Split (Croacia), me aconsejaron sobre el desarrollo de la notocorda.

Estoy muy agradecida a J. Bashford de la University of Cambridge, que me permitió el raro privilegio de consultar los cuadernos del profesor J. D. Boyd, los datos originales y los especímenes preparados por F. Fozzard, y B. Logan, prosectores de la Universidad de Cambridge, y a B. Wells, bibliotecaria, por su tiempo y asistencia mientras consulté la Colección Boyd. Estoy muy agradecida al Departamento de Anatomía por permitirme usar esta colección, recientemente catalogada con el apoyo de The Anatomical Society of Great Britain and Ireland.

M. J. Fenton, del St. Thomas' Hospital Medical School me aconsejó sobre los materiales que él había preparado y me ayudó a fotografiarlos. G. Bryan me ayudó a fotografiar el material a su cargo en la Queen's University of Belfast. S. Rogers (Diagnostic Andrology Clinic, en Londres) nos dio su total ayuda y consejo.

Quiero también agradecer al Dr. D. Watt, corrector de pruebas, del Charing Cross and Westminster Hospital Medical School, y del Departamento de Anatomía, su revisión.

Agradezco a D. Adams e I. Indams, de la University of Leicester, permitirme fotografiar sus preparaciones de la placenta.

También ha colaborado generosamente P. Baines, del Watford General Hospital. Me han ayudado en mi trabajo N. Cockcroft, J. Williams y D. Meecham, de la University of Leicester. Las micrografías de microscopía electrónica de barrido fueron obtenidas por G. L. C. McTurk, de la University of Leicester.

La Unidad Central de Fotografía de la University of Leicester ha aportado su colaboración y consejo. Gracias a I. Paterson, H. Kowalski y P. Smith, y a S. Bijl y U. Sangani por toda su ayuda. Quiero agradecer especialmente a C. Brookes sus expertas fotografías que amplían esta edición, y a K. Garfield sus contribuciones originales de la primera edición.

Debo agradecer al profesor F. Harris, decano de la Facultad de Medicina, su interés por este libro.

Es un placer agradecer al editor G. Greenwood y a su equipo en Mosby-Wolfe su total colaboración, en particular a Marie McNestry, el diseño del libro, y a Linda Horrell la dirección del proyecto. D. Reed, Reed Reprographics, nos aportó una final e invaluable asistencia en el balance del color.

Por último, mi agradecimiento al Dr. J. M. England, hematólogo consultor (Watford General Hospital), cuyo ánimo y apoyo han sido de un valor incalculable.

## Abreviaturas utilizadas en los números identificativos de las estructuras expuestas en las ilustraciones

m. s. miembro superior	l. m. lóbulo medio
m. i. miembro inferior	izq. izquierdo
pr. prominencia	der. derecho
l. i. lóbulo inferior	i. m. intestino medio
l. s. lóbulo superior	



# Agradecimientos

Este libro ha sido posible gracias a la buena voluntad y generosidad de varias personas y de sus instituciones. En particular queremos expresar nuestro agradecimiento a los profesores R. E. M. Bowden, Royal Free Hospital School of Medicine (RFHSM), R. M. H. McMinn, Royal College of Surgeons of England (RCS), y a los Dres. R. M. Ransom, patólogo consultor y T. El-Sayed, radiólogo consultor, ambos del Watford General Hospital, y al Dr. G. Slavin, patólogo consultor del Northwick Park Hospital, que han proporcionado el acceso a colecciones particulares de material o de instituciones preparadas a lo largo de muchas generaciones. Estoy muy agradecida por este privilegio.

También agradezco al profesor T. W. A. Glenister, Charing Cross Hospital Medical School (CCHMS), y al Departamento de Anatomía que me hayan permitido fotografiar algunas preparaciones de su colección.

Estoy en deuda con el profesor I. Craft, Royal Free Hospital, por las fotografías de fecundación *in vitro*.

Al profesor F. R. Johnson, London Hospital School of Medicine (LHSM), por permitirme fotografiar varias preparaciones de su departamento.

Al profesor R. E. Coupland, University of Nottingham, por permitirme fotografiar ejemplares de su departamento.

Al profesor F. Walker, University of Leicester, por permitirme también fotografiar material.

Al Dr. D. Dooley, reciente inspector de anatomía de Su Majestad, por proporcionarme un ejemplar en alizarina roja.

Al profesor H. Nishimura, profesor emérito de anatomía, Kyoto University, por su amable cesión de las fotografías del somita embrionario.

Estoy también agradecida por la asistencia y por los consejos del Dr. A. J. Palfrey, Charing Cross Hospital Medical School, del Dr. A. Gulamhusein, University of Leicester, del Dr. I. Zadawi, Leicester General Hospital, del Dr. S. A.

Ayettey y del Dr. M. E. Ward, Departamento de Anatomía, University of Ghana, y de R. Watts, jefe técnico, Charing Cross Hospital Medical School, que me han permitido utilizar sus fotografías de los estudios radiopacos de la circulación fetal. Al Dr. E. C. Blenkinsopp, patólogo consultor, Watford General Hospital, al Dr. A. M. C. Burgess, London Hospital Medical School, a los Dres. J. Wakely, T. Boulos y C. Tagoe, de la University of Leicester, y al técnico del mismo centro G. Bottomley, por la preparación de ejemplares.

Han colaborado también E. Allen, Hunterian Museum, B. M. Logan, Departamento de Anatomía del Royal College of Surgeons of England, M. Hudson, Charing Cross Hospital Medical School, F. Young, jefe técnico de la Nottingham University, S. Barraclough, del Watford General Hospital, R. C. Preston, C. G. Brooks, H. J. Kowalski, G. M. Lee, I. Paterson, G. L. C. McTurk y A. Cole, University of Leicester, y J. E. Cartledge, Leicester General Hospital.

Mi agradecimiento más sincero al Dr. C. Ockleford que ha corregido la sección del desarrollo de las membranas fetales y de la placenta.

Igualmente agradezco la corrección final del texto y sus sugerencias para mejorarlo al profesor R. Wheeler Haines, Medical College, Baghdad, y al Dr. J. Wakely, University of Leicester. El profesor J. L. Emery, University of Sheffield, ha dado su opinión sobre las fotografías. Estoy muy agradecida por su amabilidad al asumir esta misión, aunque acepto toda responsabilidad en caso de errores u omisiones.

Quiero agradecer al profesor F. Beck su interés y su ánimo durante la elaboración de este libro.

Agradezco al Dr. J. M. England, hematólogo consultor del Watford General Hospital, su ayuda y ánimo durante la elaboración de este libro.

También estoy agradecida a W. B. Saunders Co., Filadelfia (EE.UU.), por el permiso para reproducir las imágenes proporcionadas por el profesor H. Nishimura, de la Kyoto University, que fueron publicadas en *The Developing Human (Clinically Oriented Embryology)* de Keith L. Moore (1973).

## Prólogo a la segunda edición

En los años posteriores a la publicación de la primera edición de este libro se han aprobado varias leyes e introducido prácticas sociales que regulan el uso de material fetal. El resultado ha sido una escasez de especímenes disponibles para la renovación de las fotografías. En lo posible se presentan nuevos especímenes, pero algunas secciones se basan en las antiguas imágenes ya que no han habido nuevas incorporaciones. De hecho, la desaparición de algunas colecciones no ha permitido revisar de nuevo algunos ejemplares fotografiados en la primera edición.

Se ha intentado cambiar los horizontes de Streeker por los estadios Carnegie, introducidos por O'Rahilly y Müller (véase «Edad gestacional»). No obstante, al no poder contar con fotografías completas en todos los especímenes, la determinación de la edad de gestación se ha basado en la longitud coronilla-rabadilla (vértice-cóccix) original, aunque éste no es el método ideal. En algunos especímenes en este libro, la edad se relaciona con dos o tres estadios para adaptarlos a la medida coronilla-rabadilla.

Algunos, pero no todos, aspectos del desarrollo normal se presentan enlazados por descripciones que sirven como un repaso de la embriología. Sólo se han marcado para el lector algunas estructuras de interés. En algunos casos se ha reutilizado una fotografía para ilustrar diferentes estructuras.

Es de esperar que esta segunda edición sirva a los estudiantes de medicina y de profesiones afines para que aprecien la belleza y la naturaleza tridimensional del desarrollo embrionario y fetal humano.

## Prólogo a la primera edición

Este atlas pretende ilustrar algunos aspectos del desarrollo normal del feto en el útero materno. Las descripciones que acompañan a las fotografías sirven al mismo tiempo de nexo entre ellas y de recordatorio sintetizado de la embriología. Se aconseja al lector que consulte los textos sugeridos en el apartado de bibliografía.

Todas las ilustraciones contenidas en este libro son de ejemplares humanos, algunos de los cuales fueron preparados hace más de 40 años. En algunos de los especímenes se determinó previamente el sexo de forma errónea, esperamos que las ilustraciones de este libro sirvan para que en un futuro se evite esta confusión. Debe recordarse también que, a pesar de que embriones con idéntica longitud sean comparables, cada órgano es individual en su grado de crecimiento y diferenciación. Por ejemplo, mientras en un embrión de 12 mm de longitud coronilla-rabadilla (vértice-cóccix) el esbozo del miembro superior es sólo un brote o yema, en otro embrión de idéntica longitud pueden diferenciarse el brazo, el antebrazo y la mano.

Algunos ejemplares pueden aparecer deficientemente disecados, por ejemplo cuando se compara con la cabeza de un alfiler (pág. 125)\* se puede apreciar la dificultad de su realización. Muchos de los especímenes más pequeños fueron disecados con la ayuda de espigas de cactus montadas en mangos, ya que los instrumentos convencionales resultaban demasiado gruesos. Algunos ejemplares presentan cristales de fijador en su superficie, imposibles de extraer sin dañar la muestra.

No es pretensión de este libro señalar todas y cada una de las estructuras presentes en las preparaciones, sino únicamente aquellas que sean más orientadoras e interesantes para el lector. Algunas fotografías que ilustran diversos puntos se han usado en más de una ocasión. Es de esperar que este libro ayude a estudiantes de medicina, enfermería y otras profesiones afines, a visualizar las estructuras que con este fin han sido hasta ahora ilustradas en su mayoría con dibujos.

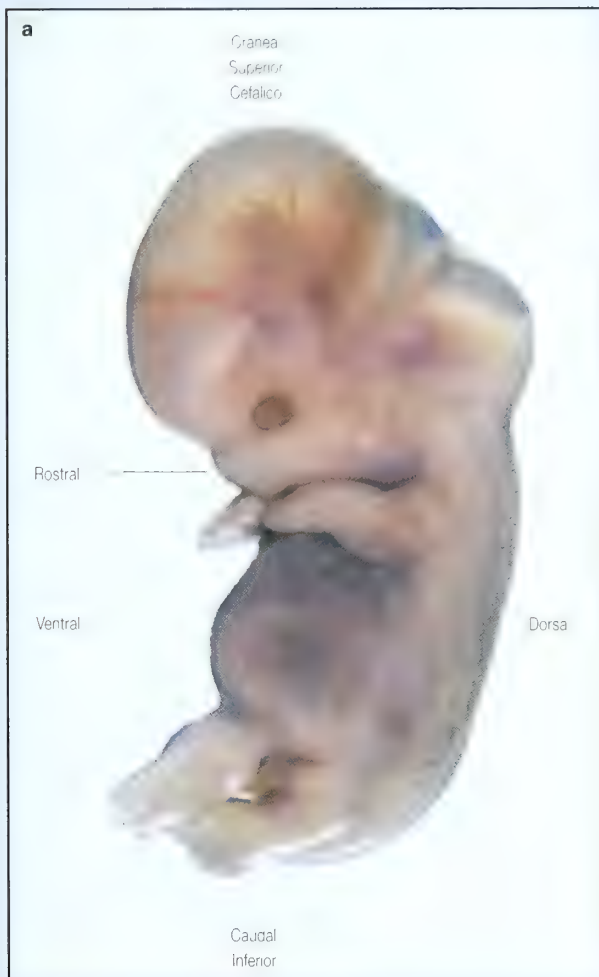
\* En la segunda edición está en la pág. 127.





# Terminología

**1a.** Terminología utilizada para indicar arriba, abajo, delante y detrás



Rostral: relación de una estructura con la nariz.

**1b.** Terminología utilizada para indicar movimientos de aproximación y separación de la línea media



Aducción: movimiento de aproximación hacia la línea media  
Abducción: movimiento de separación de la línea media

## Planos de sección

2. Generalmente un embrión o feto se secciona en los siguientes planos:



Las flechas indican la dirección del plano de sección.

- Los embriones pequeños están flexionados y, por este motivo, es posible que en un corte transversal se seccione al mismo tiempo la cabeza y el corazón.

## Edad gestacional

El cálculo de la edad gestacional puede hacerse mediante la determinación de medidas del embrión o del feto. Se han desarrollado varios métodos de medida cada uno con sus propias limitaciones e inexactitudes. Las medidas más comunes son las longitudes coronilla-rabadilla (vértice-cóccix) y coronilla-talón (vértice-talón); en este libro se utiliza la longitud coronilla-rabadilla (CR) medida en milímetros. La longitud coronilla-talón (CT) es más difícil de medir por la frecuente flexión de las diferentes partes de los miembros inferiores. También se usa la longitud del pie como medida relacionada con la edad de gestación.

La mayoría de los métodos basados en mediciones son inexactos ya que los ejemplares pueden alargarse en la manipulación o retraerse en la fijación.

Un método más exacto de calcular la maduración del feto o del embrión es el estudio de las estructuras externas e internas del espécimen. Streeter (1942, 1948) definió una serie de horizontes I-XXIII que usó para determinar la edad de embriones hasta el día 47. Estas descripciones están basadas en la edad real, desde la fecundación, tiempo 0, hasta el término de la gestación, semana 38 (266 días). Recientes estudios han hecho necesarias algunas modificaciones en las tablas originales de Streeter. Este libro utiliza los estadios Carnegie de O'Rahilly y Müller (O'Rahilly y Müller, 1987), que han reemplazado a los horizontes de Streeter. Aconsejamos al lector consultar Iffy (1967), O'Rahilly (1973) y Gasser (1975).

La mayoría de los tocólogos desconocen la fecha en que se produjo la fecundación, y el único dato que pueden obtener es la fecha del inicio del último período menstrual. Este día se considera día 0 para el cálculo de la edad posmenstrual, generalmente 14 días antes de la fecundación, y el final de la gestación la semana 40 (9,2 meses calendario).

En este libro, las descripciones del desarrollo temprano están basadas en la edad posfecundación, que se expresan en horas, días y semanas, y en los estadios Carnegie. En el caso de los fetos más maduros, las fechas están a menudo basadas en la edad posmenstrual y se expresan en meses calendario. Es necesario recordar que también se utilizan los meses lunares (4 semanas) en lugar de los meses calendario. El término de la gestación se calcula a los 10 meses del inicio del último período menstrual.

## BIBLIOGRAFÍA

- Gasser, R. (1975) *Atlas of Human Embryos*. Hagerstown, Harper y Row.
- Iffy, L., Shepard, T. H., Jakobovits, A., Lemire, R. J. y Kerner, P. (1967) *Acta Anat.*, 66: 178-186.
- O'Rahilly, R. (1973) Carnegie Institution of Washington Publication 631.
- O'Rahilly, R. y Müller, F. (1987) Carnegie Institution of Washington Publication 637.
- Streeter, G.L. (1942) Carnegie Institution of Washington Publications, 30:211-245.
- Streeter, G.L. (1948) Carnegie Institution of Washington Publications, 32:133-203.

Resumen de los diferentes métodos de descripción del desarrollo prenatal humano  
y del método usado en este libro

Acontecimientos	Comienzo de la menstruación ← 14 días →	Fecundación	Parto			
Ilustraciones en el libro		Desarrollo primitivo	Embrión primitivo	Celoma	Ver abajo cada órgano o región particular	
Horizontes de Streeter		I	V	XXIII		
Períodos del desarrollo		Preembrionario	Embriionario			Fetal
Estadios Carnegie		1	8	9	23	
Edades verdaderas entre las 0-38 semanas (en días u horas)		0	2		8	38
Edades menstruales entre 0-9,2 meses calendario	0					9.2

a



**CORONILLA-RABADILLA**

**3a.** La longitud coronilla-rabadilla (CR) (vértice-cóccix) mide la distancia entre la coronilla (vértice) de la cabeza y la rabadilla (cóccix) del embrión o feto.

b



**CORONILLA-TALÓN**

**3b.** La longitud coronilla-talón mide la distancia entre la coronilla (vértice) de la cabeza y el talón del feto (estatura de pie).



# Períodos del desarrollo

## Período preembrionario

**Estadios 1-2.** De la fecundación al tercer día. Estos estadios incluyen el ovocito fertilizado (penetrado); la formación de los pronúcleos masculinos y femeninos (oóide); la formación del cigoto resultante y su segmentación en blastómeros hasta la fase de mórula (12-16 blastómeros).

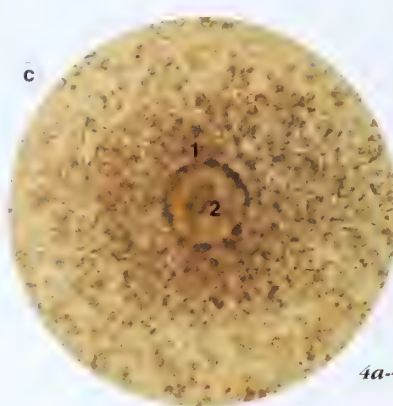
**Estadio 3.** Día 4. Estadio de blastocisto libre (no implantado). Tiene unas 32 a 200 células, 0,1-0,2 mm de diámetro. Los estadios 1-3 se denominan estadios preimplantacionales.

**Estadio 4.** Días 5-6. El blastocisto se adhiere al endometrio y comienza la implantación. Tiene aproximadamente 0,1-0,2 mm de diámetro.

**Estadio 5.** Días 7-12. El embrión implantado está situado más profundamente en el endometrio uterino. Están presentes la cavidad amniótica y el saco coriónico (celoma extraembrionario). Nos podemos referir a este estadio como prevelloso, ya que las vellosidades coriónicas definitivas no están aún presentes. Suele subdividirse de acuerdo con el desarrollo del trofoblasto. Se forma el mesodermo extraembrionario. Tiene aproximadamente 0,1-0,2 mm de diámetro. Semana 2.

**Estadios 6-8.** Días 13-18. Estos estadios se denominan presomíticos. Aparecen las arborizaciones de las vellosidades coriónicas, la línea primitiva y el proceso notocordal, así como la notocorda y el conducto neuroentérico. Hacia el final del período aparece la placa y el surco neural y pueden estar presentes los pliegues neurales. La longitud CR en el estadio 6 es de 0,2 mm, mientras en el estadio 8 varía entre 1,0-1,5 mm. Semanas 2-3.

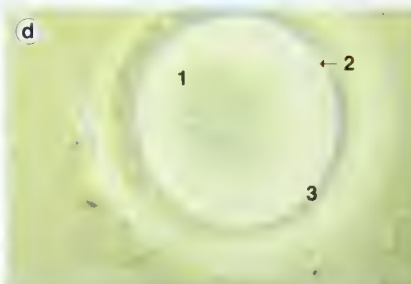
- Los varones normales producen habitualmente más de 100 millones de espermatozoides por ml de semen.
- Se sospechará infertilidad si el semen contiene menos de 20 millones de espermatozoides por mililitro.



4c. Ovocito.

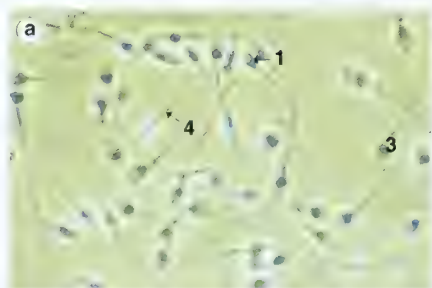
1. cumulus oöphorus  
2. ovocito

4a-4c cortesía del Dr. C. Mills.



4d. Estadio 1. Ovocito inmaduro con un cuerpo polar después de 48 h de cultivo *in vitro*.

1. ovocito  
2. cuerpo polar  
3. zona pelúcida

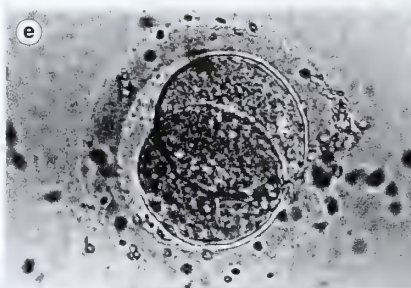


4a. Espermatozoides vistos mediante un microscopio de contraste de fases.

4b. Espermatozoides teñidos para ver el contenido del acrosoma con la lectina *pisum sativum* fluorescente.

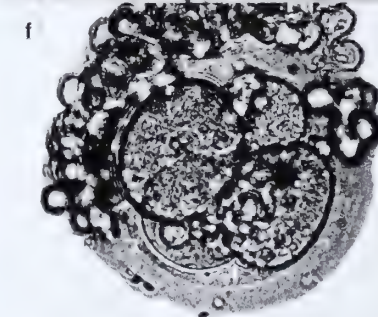


1. cabeza  
2. acrosoma reactivo  
3. espermatozoide  
4. cola  
5. acrosoma intacto (no reactivo)



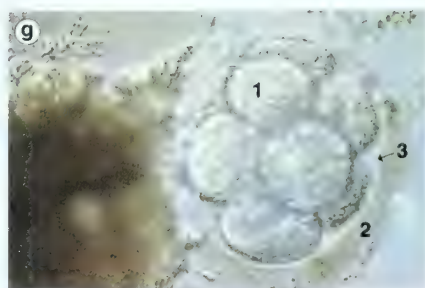
4e y 4f. Estadio 2. El ovocito se divide por mitosis y las nuevas células embrionarias resultantes (blastómeros) son más pequeñas de tamaño.

4e. Zigoto con dos blastómeros.



4f. Zigoto con cuatro blastómeros.

1. cumulus oöphorus  
2. células embrionarias  
3. espermatozoide  
4. membrana vitelina



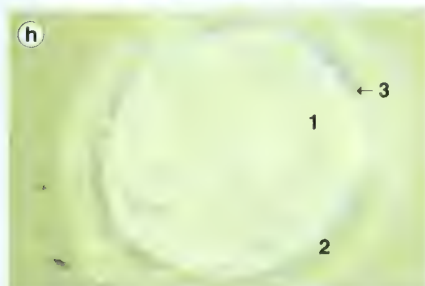
**4g-4i.** Estadio 2. Embriones cultivados *in vitro*

**4g.** Zigoto con ocho blastómeros.

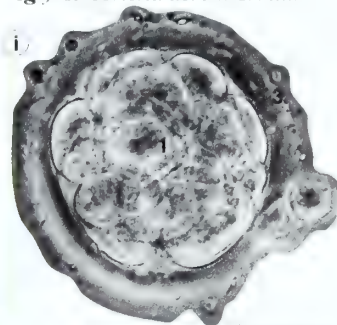
1. célula (blastómero)
2. corona radiante
3. zona pelúcida

**4h** cortesía del profesor I. Craft.

**4g y 4i** cortesía del Dr. C. Mills



**4h.** Zigoto con nueve blastómeros después de 72 h de cultivo *in vitro*.



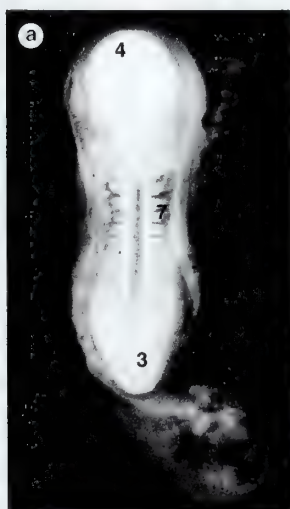
**4i.** Morula

## Período embrionario

**Estadios 9-10.** Días 20-22. Los estadios 9-13 pueden considerarse estadios somíticos. Son visibles los primeros somitas (1-12) y empiezan a fusionarse los pliegues neurales. Se observan los pliegues cefálico y caudal. Se aprecian los dos primeros arcos faríngeos (branquiales), se han fusionado en la línea media ambos tubos endocárdicos y se ha iniciado la contracción del corazón. La longitud CR varía desde 1,5-2,5 mm en el estadio 9 hasta 1,5-3 mm en el estadio 10. Semanas 3-4.

**Estadios 11-12.** Días 24-26. Están presentes la vesícula óptica y el otocisto. Se cierran los neuroporos rostral y caudal y se distinguen fácilmente el prosencéfalo y el mesencéfalo así como las rombómeras. El encéfalo se curva en el pliegue mesencefálico. Son evidentes los esbozos de los pulmones, hígado, estómago, páncreas, glándula tiroides y túbulo mesonéfrico. Aparecen los primordios de las extremidades superiores y hay 3-4 arcos faríngeos. Se han formado entre 13 a 29 somitas. La longitud CR varía desde 2,5-4,5 mm en el estadio 11 hasta 3-5 mm en el estadio 12. Semana 4.

**5a-5c** cortesía del profesor H. Hishimura



1. neuroporo anterior (rostral)
2. encéfalo
3. caudal
4. cefálico
5. tubo neural
6. neuroporo posterior (caudal)
7. somitas



**5a.** Estadio 10 (día  $22 \pm 1$  día). En este estadio pueden distinguirse los extremos craneal y caudal, así como los lados derecho e izquierdo.

**5b.** Estadio 10 (día  $22 \pm 1$  día). Frente a los somitas se cierra el tubo neural. Los neuroporos anterior y posterior persisten abiertos ampliamente.



**5c.** Estadio 11 (día  $24 \pm 1$  día). El neuroporo anterior se cierra, mientras que el posterior permanece abierto.

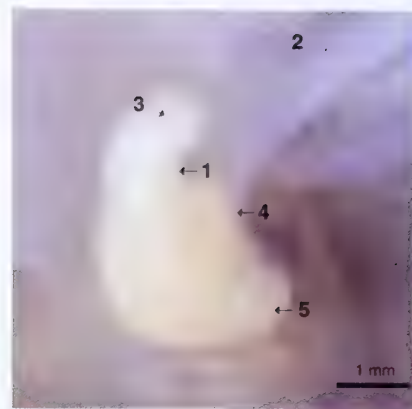


**Estadio 13.** Día 28. En este estadio existen unos 30 pares de somitas. Aparecen los primordios de las extremidades inferiores, por lo que los cuatro miembros son visibles. El corazón abomba en la superficie del cuerpo. Se ha cerrado la vesícula ótica y se forma la placoda cristalina. Se ha completado la circulación sanguínea. Aproximadamente 4-6 mm de longitud CR. Semana 4.

**Estadio 14.** Día 32. Empiezan a formarse las vesículas encefálicas secundarias y se desarrollan los nervios espinales. Se inicia la formación de la cúpula óptica. En el corazón comienza la formación de las válvulas semilunares y de los vasos coronarios. En el sistema urogenital empieza la formación de los riñones metanéfricos. Aproximadamente 5-7 mm de longitud CR. Semana 5.

**Estadio 15.** Día 33. Las neuronas olfatorias primarias alcanzan el telencéfalo. Está presente la vesícula cristalina y se forman los procesos nasales mediales y laterales. Comienza la formación de los núcleos motores, sensoriales y parasimpáticos de los nervios craneales. El tubérculo genital está presente así como la placa primitiva de la mano. Aproximadamente 7-9 mm de longitud CR.

**Estadio 16.** Día 37. Aparece en el miembro inferior la placa primitiva del pie. La retina empieza a pigmentarse y se observan los tubérculos auriculares del oído externo. Prolifera la luz del intestino. En el sistema urogenital, aparecen las crestas genitales. Aproximadamente 8 a 11 mm de longitud CR. Semana 6.



6 cortesía del Dr. E.C. Blenkinsopp.

**6.** Estadio 12 (día 26 ± 1 día). El esbozo del miembro superior acaba de aparecer. 3,5 mm de longitud CR.

1. arco branquial
2. membranas embrionarias
3. prominencia prosencefálica
4. prominencia del corazón
5. cola



7 cortesía del profesor H. Hishimura

**7.** Estadio 13 (día 28). El embrión está flexionado en forma de «C». Se distinguen fácilmente la cabeza, la cola y el esbozo del miembro superior. Se observan los arcos branquiales (faríngeos) y sobresale la prominencia cardíaca.

1. miembro superior
2. arcos branquiales
3. cabeza
4. prominencia cardíaca
5. somitas
6. cola
7. pedículo umbilical



**8a.** Estadio 13 (día 28). El esbozo del miembro superior está presente. 4-6 mm de longitud CR.



**8b** cortesía de la CCHMS

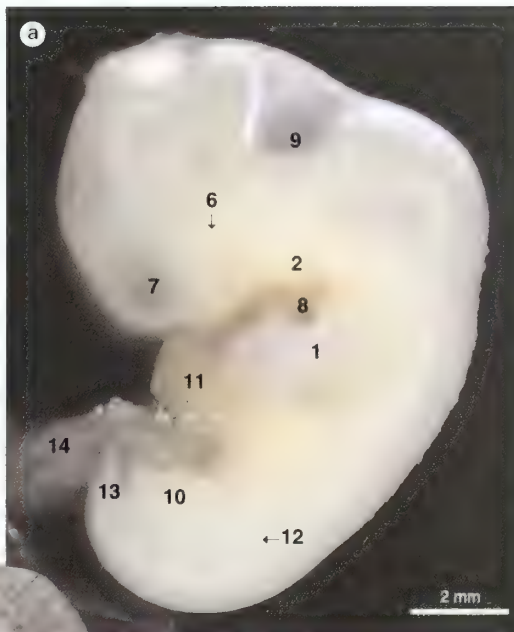
**8b.** Estadio 14 (día 32). El esbozo del miembro inferior está presente. 6 mm de longitud CR.

1. amnios
2. esbozo miembro superior
3. arcos branquiales
4. conon
5. cabeza
6. prominencia cardíaca
7. esbozo miembro inferior
8. fosisa cristalina
9. somitas
10. cola
11. cordón umbilical



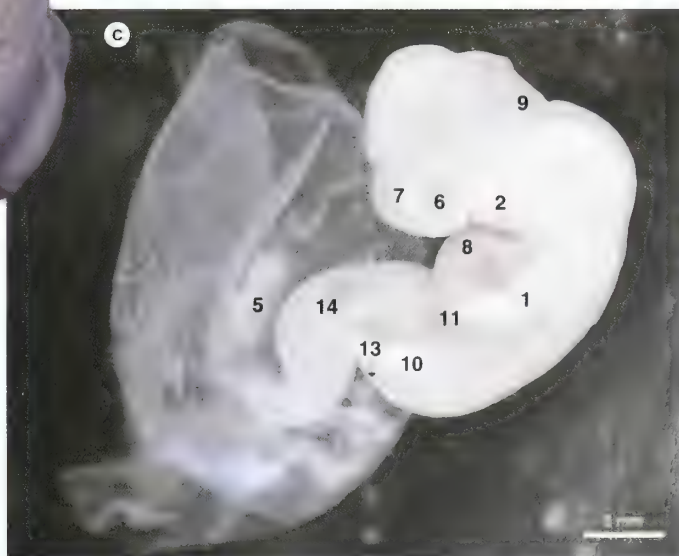
**Estadio 17.** Día 41. Se observan los radios digitales. En los pulmones se están formando los segmentos broncopulmonares. La placa cerebelosa está presente, así como la lámina dental y el surco nasolagrimal. Se empieza a formar el sistema de la vena subcardinal. Aproximadamente 11-14 mm de longitud CR.

**9b.** Estadio 17 (día 41). Embrión *in situ*, dentro del útero. 12,6 mm de longitud CR.



**9a.** Estadio 17 (día 41). Las placas de las manos se han desarrollado y están presentes los rayos digitales. 12 mm de longitud CR.

1. esbozo del miembro superior (con placa de la mano y rebordes digitales)
2. arcos branquiales
3. corion
4. embrión
5. membranas embrionarias
6. ojo
7. prosencéfalo
8. prominencia cardíaca
9. rombencéfalo
10. esbozo del miembro inferior
11. prominencia hepática
12. somitas
13. cola
14. cordón umbilical
15. útero



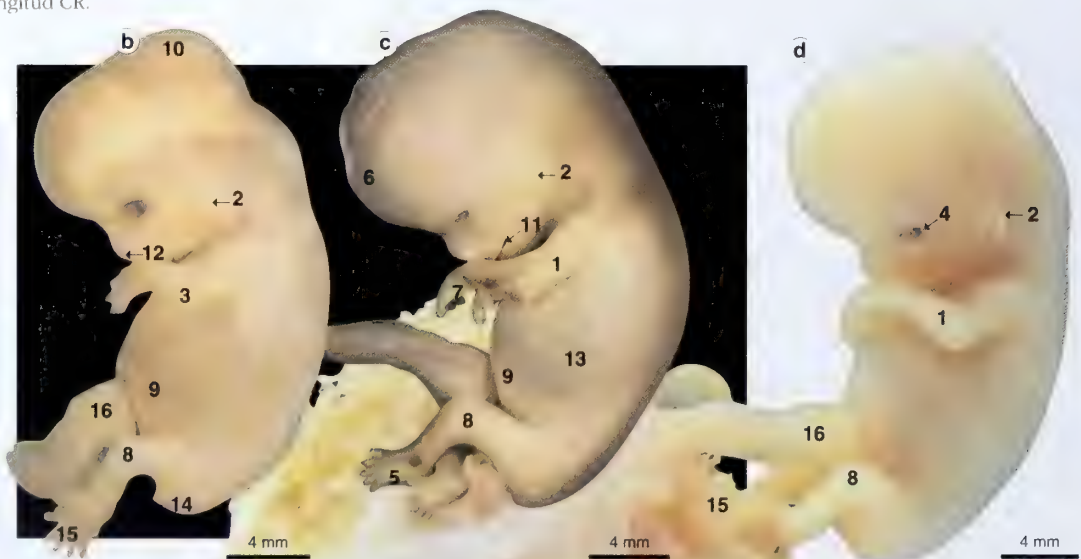
**9c.** Estadios 17-18 (días 41-44). La forma de rombo del rombencéfalo se aprecia claramente y en el esbozo del miembro superior se aprecia el codo. 14 mm de longitud CR.

**9b y 9c** cortesía de la RCS



**10a.** Estadio 19 (días 47-48). Los miembros superiores se curvan sobre la prominencia cardíaca y están presentes los rayos digitales en los pies. 20 mm de longitud CR.

1. miembro superior  
2. oreja  
3. codo  
4. ojo  
5. pie  
6. prominencia frontonasal  
7. mano  
8. rodilla  
9. prominencia hepática  
10. prominencia mesencefálica  
11. boca  
12. nariz  
13. costillas  
14. cola  
15. dedos del pie  
16. cordón umbilical



**10b.** Estadio 22 (día 54). Los pies se aproximan a la línea media y sus dedos ya se han formado. 25 mm de longitud CR.

**10c.** Estadio 22 (día 54). 27 mm de longitud CR.

**10d.** Estadio 23 (días 56-57). 28 mm de longitud CR.

**Estadios 18-19.** Días 44-48. El tronco empieza a alargarse y el cuerpo adquiere una forma más cúbica. Se distingue el codo y los radios digitales del pie. Puede haberse iniciado la osificación. En la cabeza, comienza la formación de los pliegues palpebrales y se distingue la punta de la nariz. La longitud CR varía desde 13-17 mm en el estadio 18 hasta 17-20 mm en el estadio 19. Semana 7.

- Por ecografía se detectan los primeros movimientos.

**Estadio 20.** Días 50-51. El miembro superior se flexiona por el codo y los dedos se flexionan un poco sobre la región cardíaca. La fosita cristalina se oblitera y empieza a formarse una sutura. Los hemisferios cerebrales cubren dos tercios del diencefalo. Aproximadamente 21-23 mm de longitud CR.

**Estadios 21-23.** Días 52-57. Las manos y los pies de ambos lados se aproximan en la línea media y se alargan los miembros. El antebrazo asciende por encima del hombro. La cabeza está erguida. Los ojos están ampliamente abiertos, pero puede ser que los párpados empiecen a fusionarse medial y lateralmente. El rombencéfalo alcanza un alto grado de organización. Se recanaliza la luz del intestino. Los genitales externos están bien diferenciados. Aproximadamente 22-32 mm de longitud CR.

## Período fetal

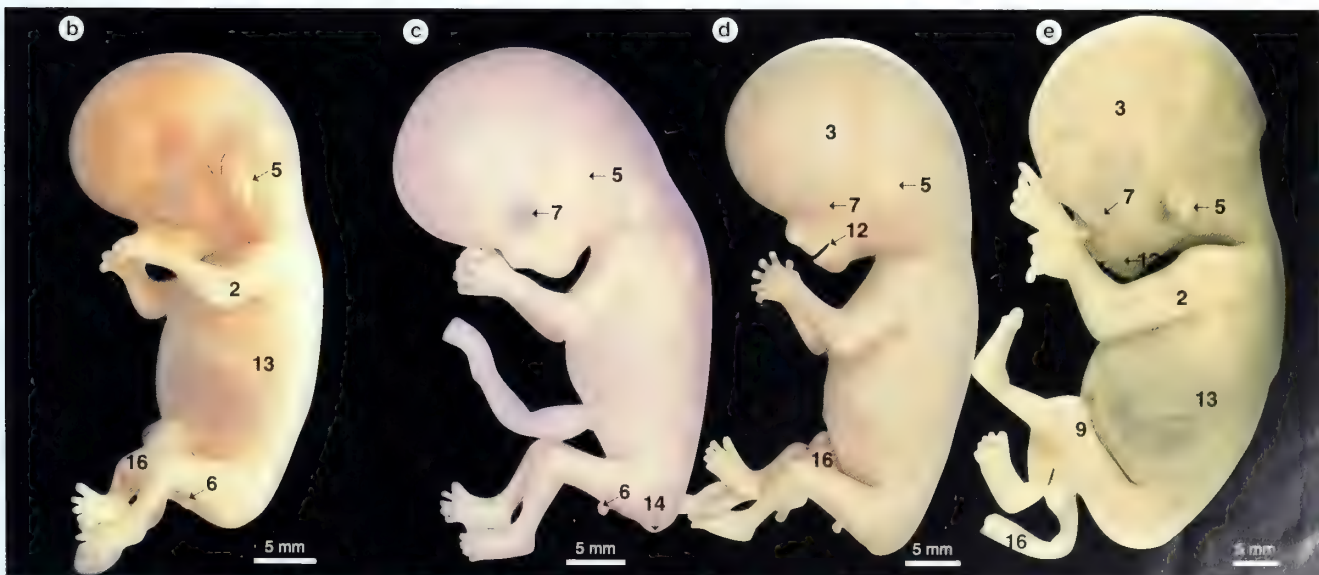
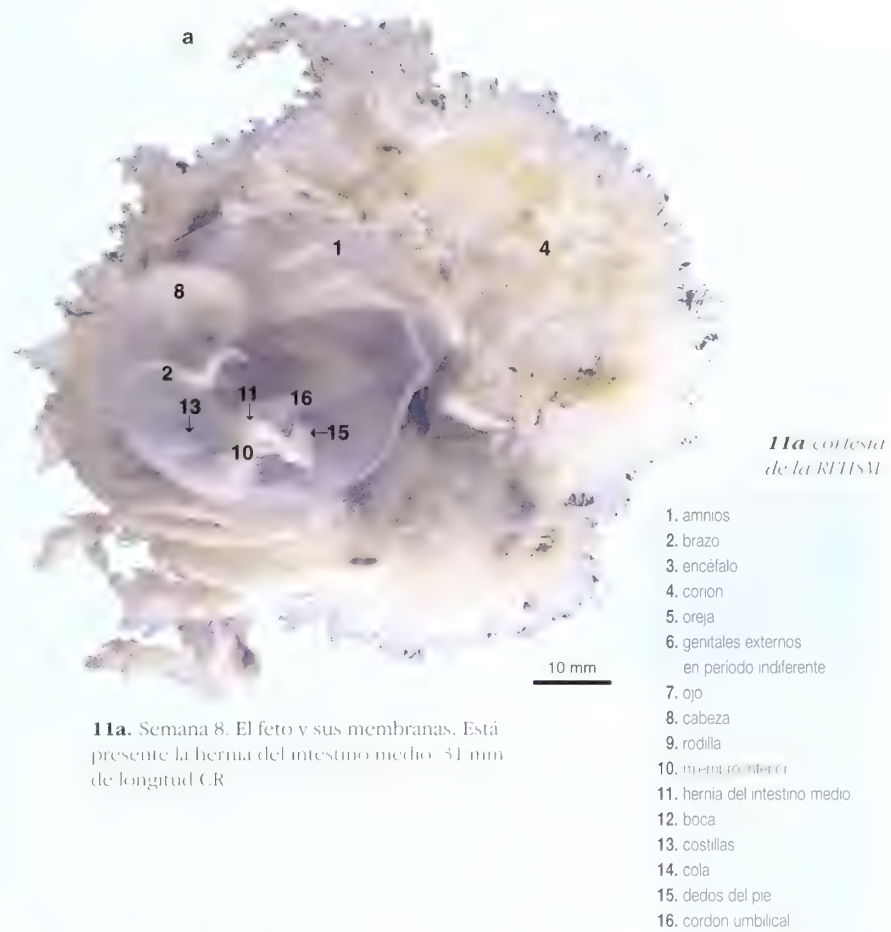
**Semana 8.** Al final de la 8.<sup>a</sup> semana finaliza el período embrionario y empieza el período fetal. Esta parte del desarrollo está caracterizada por el rápido crecimiento del feto (especialmente entre las semanas 9 a 20) y la diferenciación más completa de los órganos y tejidos formados durante el período embrionario.

**Semanas 9-12.** En la 9.<sup>a</sup> semana la cabeza representa como mínimo la mitad del tamaño del feto. Gracias a su rápido crecimiento, hacia la 12.<sup>a</sup> semana el cuerpo duplica su longitud, mientras que la cabeza crece más lentamente. El cuello se alarga y se extiende, de manera que la barbilla deja de estar en contacto con el cuerpo.

Los párpados se unen y se fusiona, y los ojos permanecen cerrados hasta la semana 25. Aparecen las uñas. El miembro superior llega a ser desproporcionadamente grande.

El intestino medio, que estaba herniado dentro del cordón umbilical, regresa a la cavidad abdominal que ha aumentado su volumen (semana 10). Se segrega bilis.

En la 9.<sup>a</sup> semana comienzan a distinguirse las características propias de cada sexo en los genitales externos, que estarán plenamente diferenciados en la 12.<sup>a</sup> semana.





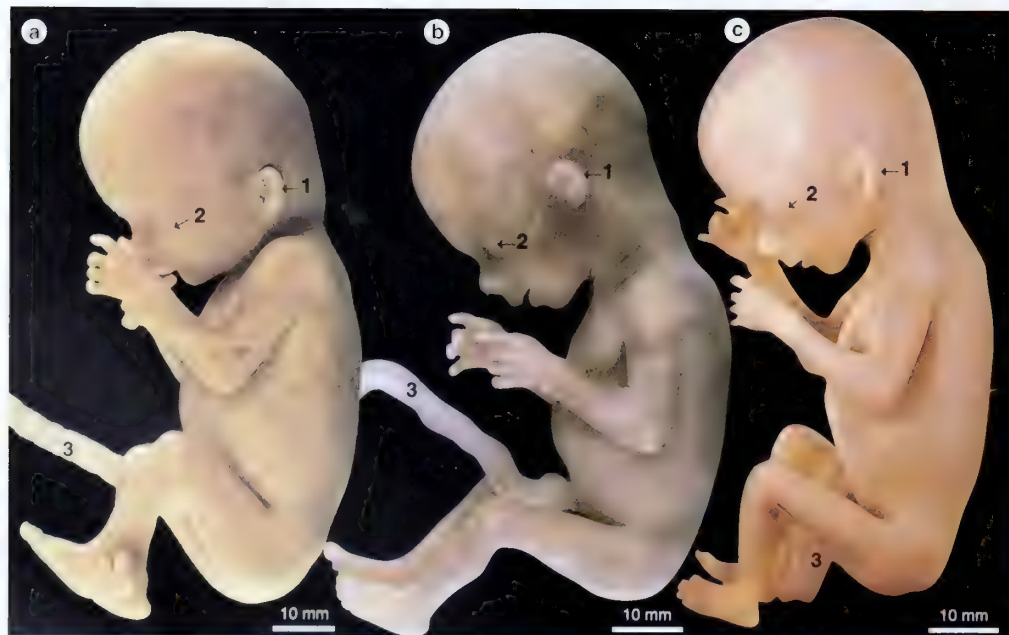


12a. cortesía del RCOG

**12a.** Semana 12. La oreja se ha desplazado desde el cuello hasta la cabeza. Los ojos se han desplazado hacia la parte anterior de la cara. 85 mm de longitud CR ♀.



**12b.** Semana 12. El feto y sus membranas. 85 mm de longitud CR ♂.



**13a.** Semana 13. El feto es muy activo y puede chuparse fácilmente los vasos sanguíneos. 92 mm de longitud CR ♀.

**13b.** Semana 13. El feto puede succionar su pulgar en este estadio. 97 mm de longitud CR ♂.

**13c.** Semana 13. 98 mm de longitud CR ♀.

13c cortesía de la RFHSM.





**13d.** Semana 14. 105 mm de longitud CR ♀.



**13e.** Semana 14. Las uñas están bien desarrolladas. 106 mm de longitud CR ♀.

**13f.** Semana 14. En este estadio de desarrollo el miembro inferior es más largo que el superior. Obsérvese el cordón umbilical enrollado alrededor del cuello. 106 mm de longitud CR ♂.



**13f** cortesía de la RFHSM



**13g** cortesía del Dr. G. Batcup.

1. oreja
2. ojo
3. cordón umbilical

#### Semanas 13-16. Continúa el rápido crecimiento.

En la cabeza erguida los ojos se han desplazado hacia la parte anterior (frontalización), aunque se mantienen muy separados. El oído externo se ha diferenciado y se ha desplazado hacia la parte lateral de la cabeza desde su posición inicial en la parte superior del cuello.

La osificación va progresando rápidamente. El esqueleto se puede observar en una radiografía del feto. El crecimiento sobre el cuerpo.



**13h.** Semana 14. 120 mm de longitud CR ♂



**13i.** Semana 14. Los movimientos de los miembros se vuelven coordinados. 120 mm de longitud CR ♂.

- 1. oreja
- 2. ojo
- 3. cordón umbilical



**14a.** Semana 15. En este mes empieza a formarse la grasa parda. 130 mm de longitud CR ♀.

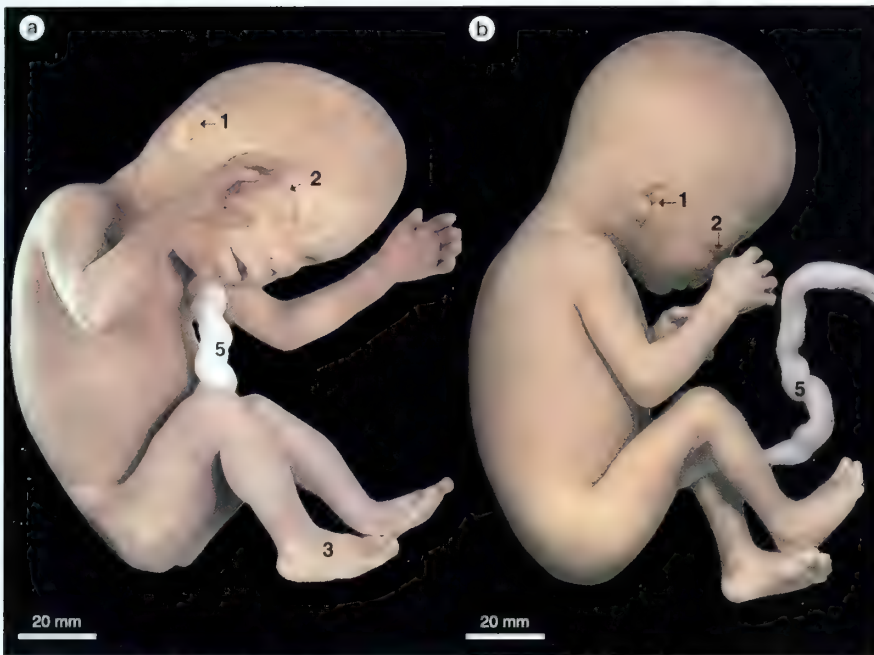


**14b.** Semana 16. 140 mm de longitud CR ♂.



**14c.** Semana 16. 140 mm de longitud CR ♀.

**14b** cortesía del RCOG.



**15a.** Semana 17. En este mes las partes de los miembros inferiores alcanzan sus proporciones relativas. 141 mm de longitud CR ♀.

**15b.** Semana 17. La madre es capaz de notar los movimientos fetales en su abdomen 144 mm de longitud CR ♀.

**Semanas 17-20.** El crecimiento se entelrece. Ya se han alcanzado las proporciones relativas finales de las partes del miembro inferior. Las glándulas sebáceas se activan y la *vernix caseosa* forma una cubierta para proteger la piel de la maceración del líquido amniótico.

Comienza la mielinización de la médula espinal. Se forma la grasa parda. La madre llega a ser consciente de los movimientos fetales (avivamiento).

- 1. oreja
- 2. ojo
- 3. pie
- 4. boca
- 5. cordón umbilical



**15c.** Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂.



**15d.** Semana 18. Las glándulas sebáceas se vuelven activas y forman la *vernix caseosa* que protege la piel del líquido amniótico. 152 mm de longitud CR ♂.



**15e.** Semana 18. 160 mm de longitud CR ♂.

*15e* cortesía del RCOG



f



**15f.** Semana 18 El feto *in utero*  
160 mm de longitud CR ♂

**15g.** Semana 20 Las pestañas y las cejas están perfectamente desarrolladas así como las uñas  
185 mm de longitud CR ♀



a

**15g** cortesía del RCOG



**16a.** Semana 21 200 mm  
de longitud CR ♂

**16a** cortesía de la CCHMS

- 1. abdomen
- 2. oreja
- 3. ojo
- 4. pie
- 5. mano
- 6. rodilla
- 7. cordón umbilical
- 8. utero



**Semanas 21-25.** Los párpados y las cejas están bien desarrollados. El lanugo se oscurece y se incrementa la *vernix caseosa*. La piel puede estar muy arrugada debido a la falta de grasa subcutánea y el relativo aumento del crecimiento de aquella. Las uñas se encuentran presentes.

La cara y el cuerpo adoptan en general el aspecto de un niño recién nacido. Los fetos nacidos a partir de la semana 25 son, por lo general, viables.



10 mm

16b cortesía de la CCHMS.

**16b.** Semana 22. Útero grávido con feto *in situ*. Se ha eliminado la pared posterior del útero

**17a-17j.** Serie embrionaria y fetal normal que muestra el tamaño relativo durante el desarrollo.

**a.** Estadio 19, 18 mm de longitud CR.

**b.** Semana 8, 33 mm de longitud CR. **c.** Semana 9,

44 mm de longitud CR. **d.** Semana 10, 60 mm de longitud CR ♂. **e.** Semana 13, 90 mm de

longitud CR ♂. **f.** Semana 14, 110 mm de longitud CR ♂. **g.** Semana 17, 150 mm de longitud CR ♂.

**h.** Semana 18, 160 mm de longitud CR ♀. **i.** Semana 19, 180 mm de longitud CR ♂. **j.** Semana 23,

225 mm de longitud CR ♀.





h 10 mm

Semana 18

i 10 mm

Semana 19

j 10 mm

Semana 23

17e-17j cortesia del RCOG





18. Semana 24. 228 mm de longitud CR ♂.



**19a.** Semana 26. Sección de la pared anterior del útero para mostrar la unión del feto a la placenta. 250 mm de longitud CR.



**19a** cortesía de la CCHMS

1. abdomen
2. ojo
3. mano
4. ovario materno
5. placenta
6. cordón umbilical
7. cordón umbilical con nudo
8. útero

**19b.** Semana 28. Feto *in situ* con un nudo verdadero del cordón umbilical. Los testículos han descendido hasta el escroto.



**19b** cortesía de la CCHMS

**Semanas 26-29.** Los ojos se abren nuevamente y las cejas y las pestañas están bien desarrolladas. Desaparece la membrana pupilar. El cabello se alarga y, generalmente, el feto se engorda y adquiere un aspecto más redondeado a medida que se acumula grasa subcutánea.

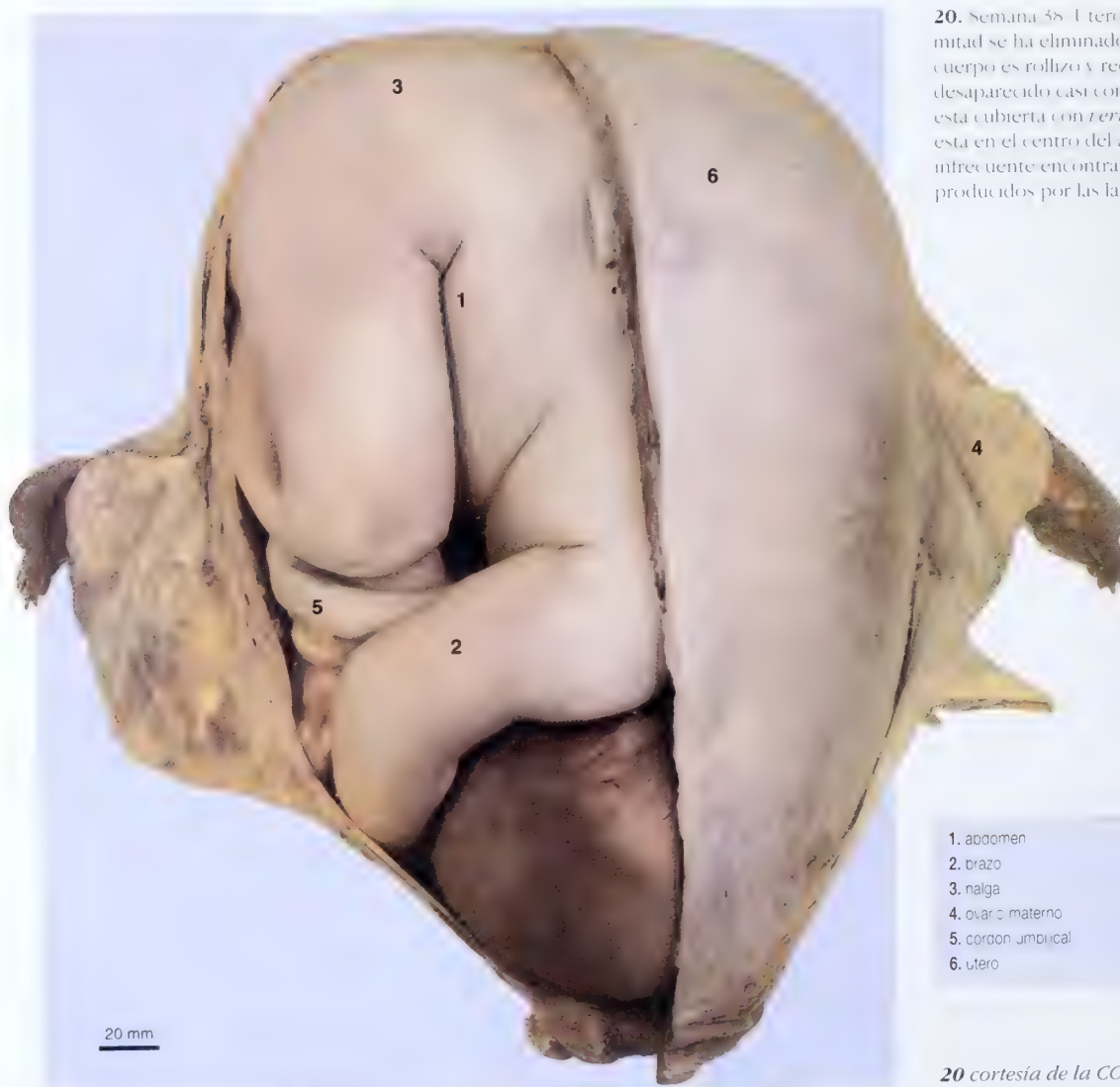
**Semanas 30-34.** El cuerpo va engordando y la piel tiene color rosáceo. Están presentes las uñas de los dedos de los pies, y los testículos están descendiendo. En las manos, las uñas han alcanzado la punta de los dedos.

**Semanas 35-38.** El cuerpo es rechoncho. Las uñas de los pies han alcanzado la punta de los dedos. Desaparece casi todo el lanugo y la piel está cubierta por la *vernix caseosa*. El ombligo está centrado en el abdomen. Los testículos han descendido al interior del escroto, pero los ovarios aún están por encima del estrecho superior de la pelvis, y no alcanzan su posición final hasta después del nacimiento.

Durante las últimas semanas se depositan unos 14 g de grasa al día. El neonato pesa aproximadamente 3.400 g y mide sobre 360 mm de longitud CR.

Generalmente el varón pesa más que la hembra en el momento del nacimiento.

- Los tocólogos suelen dividir el embarazo en tres partes o trimestres (cada 3 meses del calendario). El aborto espontáneo se produce, por lo general, durante el primer trimestre.
- El varón prematuro tiene normalmente los testículos sin descender completamente.



**20.** Semana 38. Útero gravido a término, una mitad se ha eliminado para mostrar el feto. El cuerpo es rollizo y rechoncho. El lanugo ha desaparecido casi completamente y la piel está cubierta con *vernix caseosa*. El ombligo está en el centro del abdomen. No es infrecuente encontrar arañazos en la cara producidos por las largas uñas.

1. abdomen
2. brazo
3. nalga
4. ovario materno
5. cordón umbilical
6. útero

20 cortesía de la CCHMS

# Ultrasonidos

El desarrollo intrauterino puede ser evaluado con precisión mediante la exploración del abdomen materno con métodos ultrasónicos. Para la estimación de la edad gestacional en diferentes períodos del desarrollo, se utiliza el cerebelo y la determinación de las siguientes medidas: volumen del saco coriónico; longitud vértice-cóccix o coronilla-rabadilla (CR); diámetro biparietal; longitud del fémur y longitud de las circunferencias de la cabeza y del abdomen. Las medidas más precisas son el diámetro biparietal y la longitud del fémur en el segundo trimestre.

Mediante una ecografía transabdominal se detectan las membranas anexas en la 6.<sup>a</sup> semana y el embrión a partir de la 7.<sup>a</sup> semana. Se puede medir al embrión o al feto, y confirmar su viabilidad por los movimientos del corazón. Se pueden diagnosticar gestaciones múltiples en el primer trimestre, y la posición de las placentas en el segundo trimestre.

Durante el primer trimestre puede medirse la longitud CR y calcular la edad con un margen de error de 1 día. A partir de la semana 12 la flexión hace que la medida CR sea menos fiable. En su lugar se utiliza el diámetro biparietal de la cabeza, que se osifica entre las semanas 11 y 12. Midiendo este diámetro antes de la semana 24 puede predecirse la fecha del parto con un margen de error de 7 días. En la fase final del embarazo (semanas 34-38) esta medida es inexacta.

A partir de la 12.<sup>a</sup> semana hasta el término de la gestación, la longitud del fémur es un indicador muy fiable del desarrollo normal. A la mayoría de las mujeres se les practica una ecografía entre las semanas 18 a 20 y si es preciso serán exploradas de nuevo más adelante. El momento de la segunda ecografía depende del problema clínico que la justifique.

En las ecografías transvaginales, el transductor se coloca en la vagina muy cercano al embrión. Este método permite una valoración precisa de un problema que surge durante el primer trimestre (en una sospecha de embarazo ectópico; en un aborto incompleto con retención del trofoblasto y en una amenaza de aborto).

Con motivo de estudiar la implantación después de la fertilización *in vitro*, se ha podido efectuar una medida precoz de la longitud CR (embrión de 25 días). También se puede medir el diámetro medio del saco coriónico (un saco coriónico de 2-3 mm corresponde a 16 a 17 días de gestación).

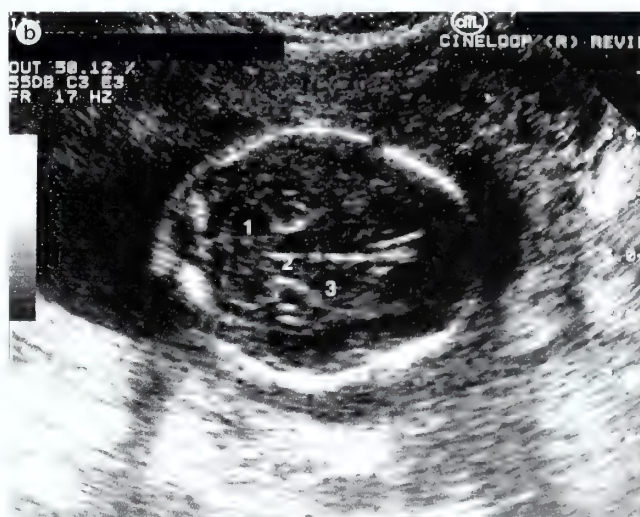
Incluso se pueden evaluar con precisión los movimientos cardíacos y el flujo sanguíneo de los vasos umbilicales mediante las imágenes en color de la técnica de ecografía Doppler.

Mediante ultrasonidos pueden detectarse varias malformaciones congénitas, como la espina bífida, defectos de los miembros, anomalías de órganos, etc. Los rayos X



**21a.** Imagen ecográfica de la placenta de un feto de 10 semanas para situar la placenta en relación con el orificio vaginal del útero.

1. abdomen materno
2. orificio uterino
3. placenta



**21b.** Imagen ecográfica de un feto de 16 semanas con un cerebelo normal.

1. cerebelo
2. hoz del cerebro
3. ventrículos laterales

**21a-30d** cortesía del Dr. T. El-Sayed



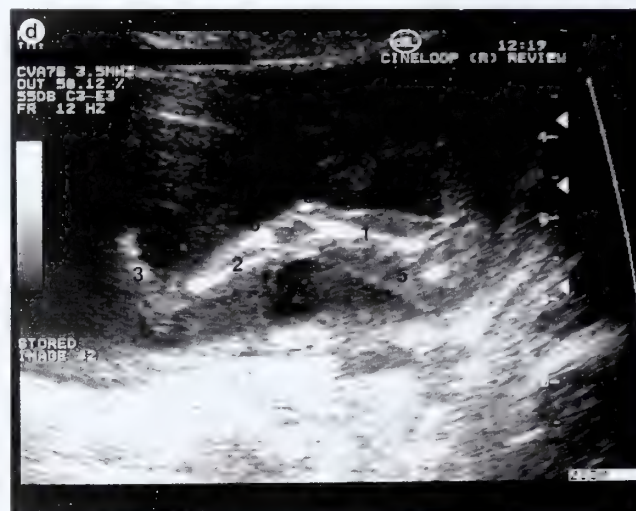
son también un método eficaz de diagnóstico prenatal, pero actualmente sólo se utiliza en contadas ocasiones, sobre todo por los efectos de la radiación sobre el feto (aparición de leucemia posnatal)

- A las 6 semanas de gestación, por ultrasonidos, se puede detectar por primera vez las contracciones del corazón embrionario.
- A partir de la 14.<sup>a</sup> semana se puede identificar el sexo del feto, con importancia en las enfermedades hereditarias ligadas al sexo.
- En la 14.<sup>a</sup> semana se pueden identificar los riñones fetales y a partir de la 16.<sup>a</sup> semana la vejiga urinaria se vaciará cada 40-45 minutos.
- Se puede valorar la circulación sanguínea del feto observando el flujo sanguíneo de los vasos umbilicales mediante las imágenes en color de la técnica de ecografía Doppler, con un transductor transvaginal.



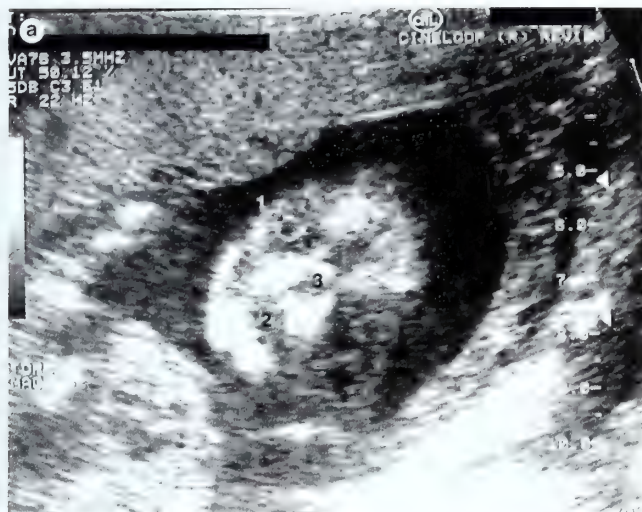
21c. Imagen ecográfica de un feto de 16 semanas ilustrativa de la circunferencia abdominal.

1. circunferencia abdominal
2. superficie del abdomen materno
3. vejiga urinaria materna
4. estómago (fetal)



21d. Imagen ecográfica de un feto de 16+ semanas. Las proporciones relativas del miembro inferior se pueden determinar durante este periodo

1. femur
2. perone
3. pie
4. rodilla
5. muslo
6. tibia



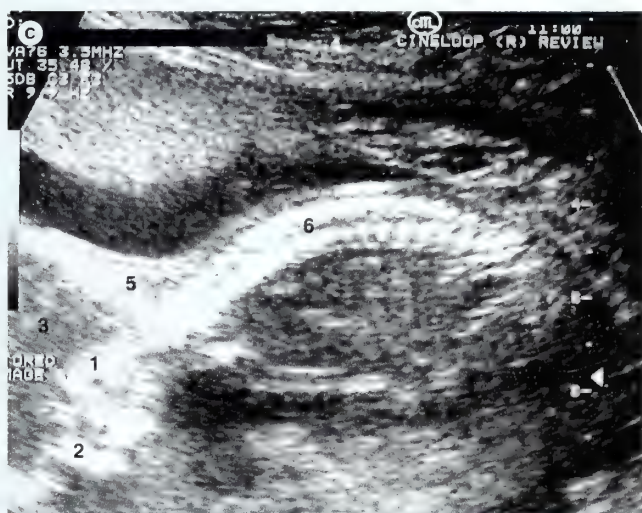
22a. Imagen ecográfica de la cara fetal en la 17.<sup>a</sup> semana

1. cristalino del ojo
2. boca
3. nariz



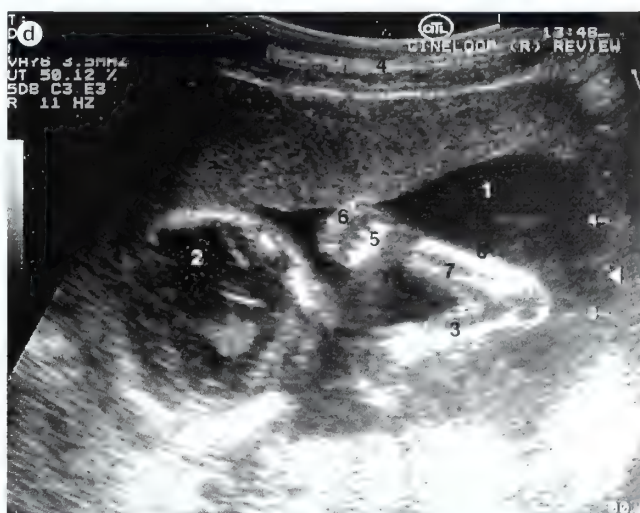
22b. Imagen ecográfica del perfil de la cara y del tórax de un feto de 17 semanas

1. ojo
2. boca
3. cuello
4. nariz
5. costillas



22c. Imagen ecográfica de un feto de 17 semanas para ver la columna vertebral.

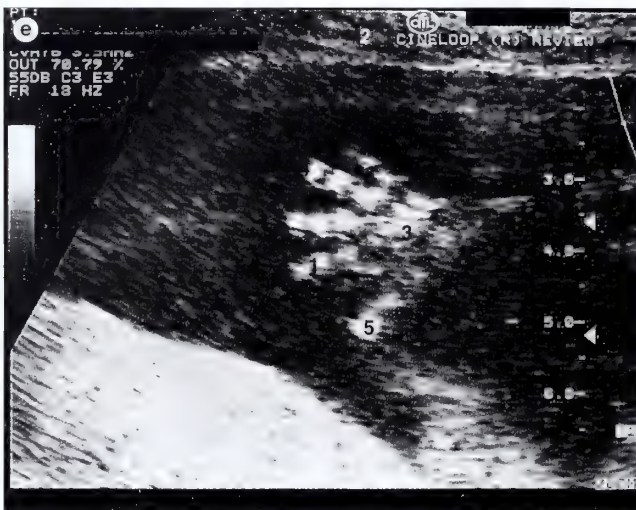
1. oreja
2. cara
3. cabeza fetal
4. superficie abdominal materna
5. occipucio
6. vértebras de la columna vertebral



22d. Imagen ecográfica de la cabeza y del miembro superior de un feto de 17 semanas

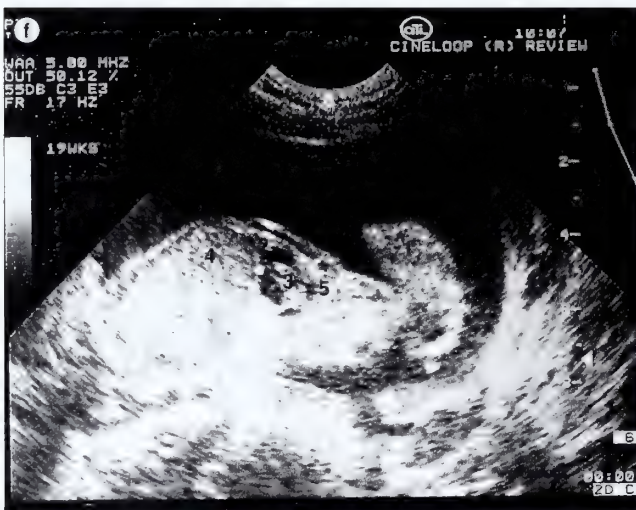
1. cavidad amniótica
2. cabeza
3. húmero
4. superficie abdominal materna
5. metacarpianos
6. falanges
7. radio
8. cúbito





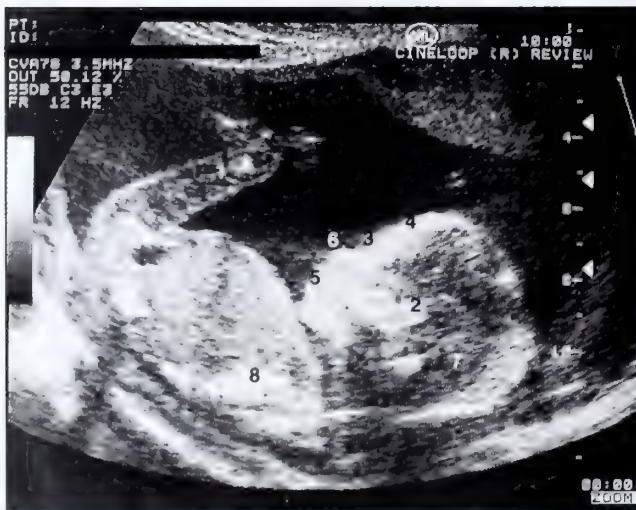
22e. Imagen ecográfica de la mano en la 17ª semana.

1. dedo indice
2. superficie abdominal materna
3. metacarpianos
4. falanges
5. pulgar



22f. Imagen ecográfica del torax y del abdomen en la 17ª semana.

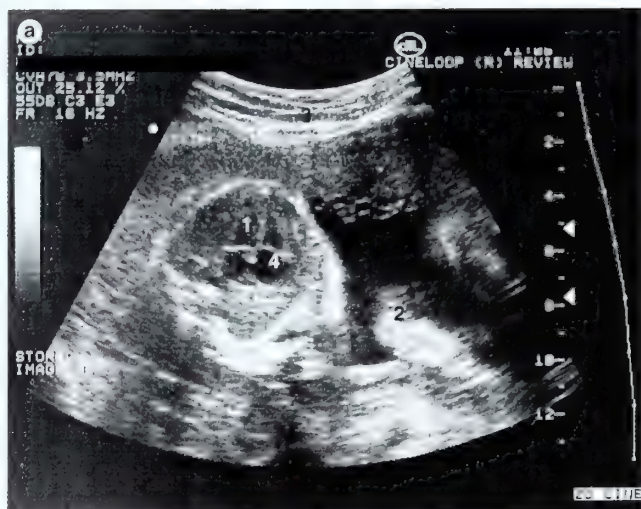
1. miembro superior
2. diafragma
3. corazón
4. hígado
5. pulmón
6. superficie abdominal materna



23. Imagen ecográfica del perfil de un feto de 22+ semanas.

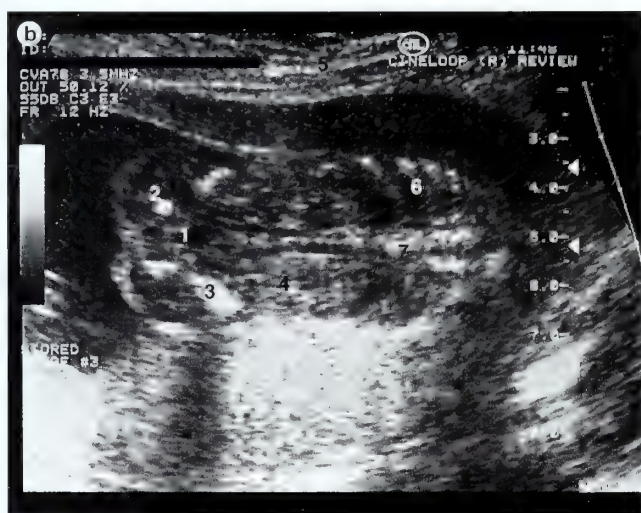
1. miembro superior
2. oreja
3. ojo
4. hueso frontal
5. boca
6. nariz
7. occipucio
8. hombro





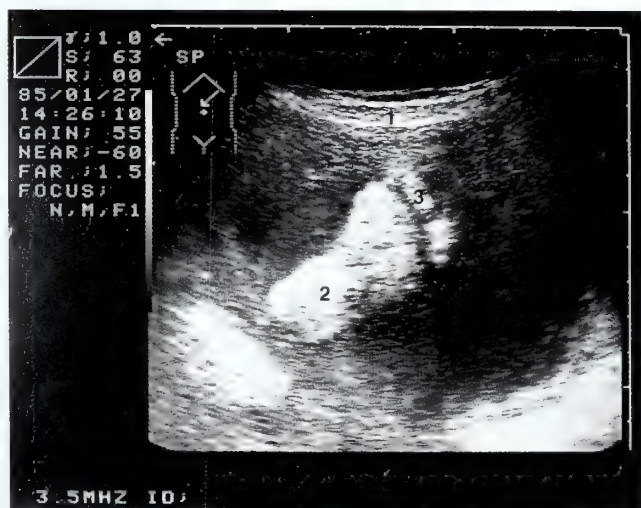
24a. Imagen ecografica de un feto de 18+ semanas observandose las cavidades cardiacas

1. aurcula
2. miembro anterior
3. superficie abdominal materna
4. ventriculo



24b. Imagen ecografica de un feto de 18 semanas Vista coronal de los riñones y de la vejiga urinaria

1. vejiga urinaria
2. nalgas
3. coxa
4. riñones
5. superficie abdominal materna
6. costillas
7. columna vertebral



25. Imagen ecografica del pie de un feto de 26 semanas

1. superficie abdominal materna
2. superficie plantar
3. dedo del pie



26. Imagen ecográfica de un feto de 29 semanas para determinar la longitud del fémur,

1. longitud del fémur
2. superficie abdominal materna



27. Imagen ecográfica de la oreja de un feto de 32 semanas.

1. oreja
2. costillas
3. hombro



28. Imagen ecográfica de un feto de 33 semanas.

1. abdomen fetal
2. riñones
3. superficie abdominal materna
4. vertebra

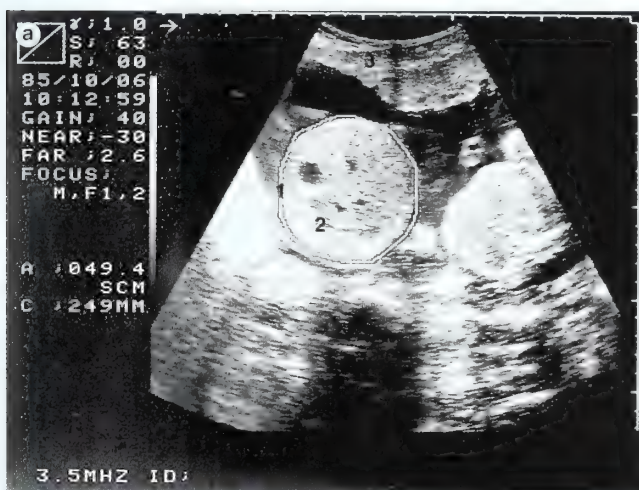




29a y 29b. Imagen ecográfica de un feto de 20 semanas para medir el diámetro biparietal y la circunferencia del cráneo.

1. diámetro biparietal
2. circunferencia de la cabeza
3. superficie abdominal materna

## GEMELOS



30a. Imagen ecográfica de gemelos.

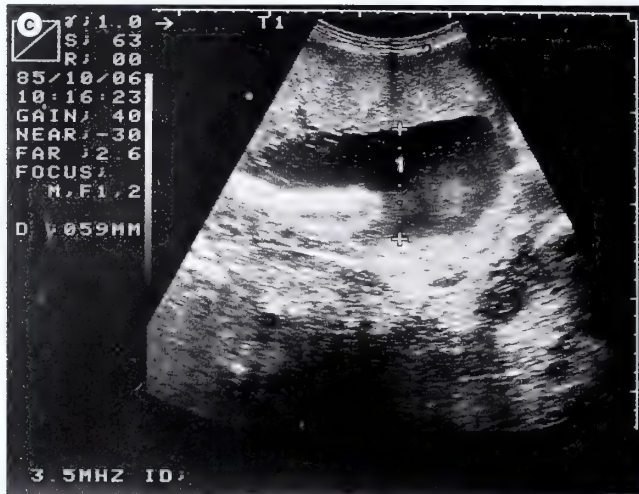
1. circunferencia del abdomen
2. abdomen fetal
3. superficie abdominal materna



30b. Imagen ecográfica de la medida de un miembro del primer gemelo.

1. saco conómico
2. medida de un miembro
3. superficie abdominal materna





30c. Imagen ecográfica del saco coriónico del primer gemelo.

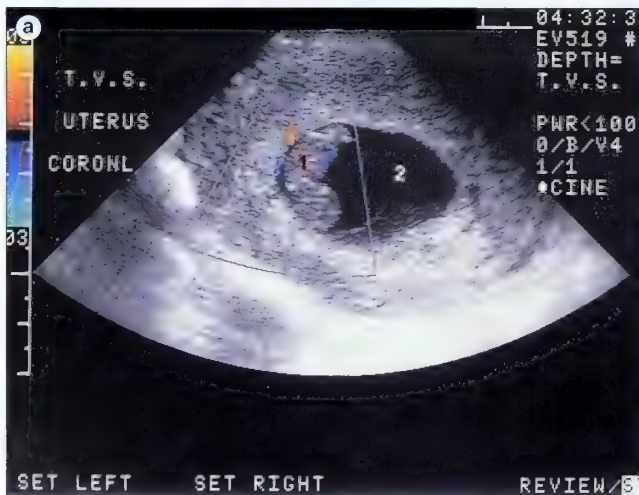
1. saco coriónico
2. superficie abdominal materna



30d. Imagen ecográfica de la medida de un miembro del segundo gemelo

1. medida de un miembro
2. superficie abdominal materna

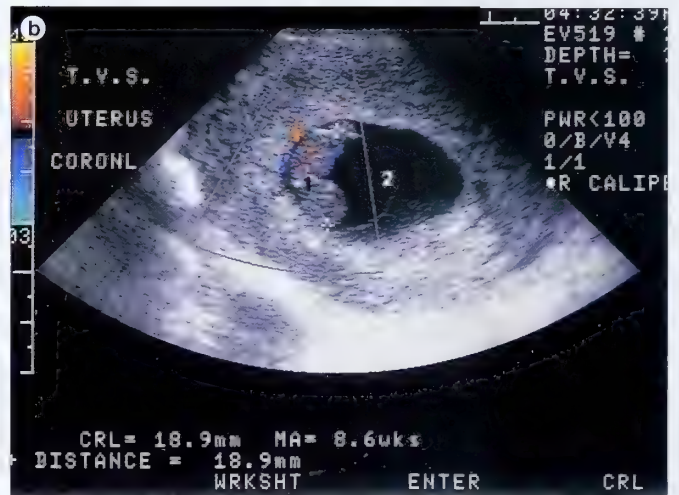
## ECOGRAFÍA DOPPLER EN COLOR



31a. Cineografía para determinar la viabilidad fetal

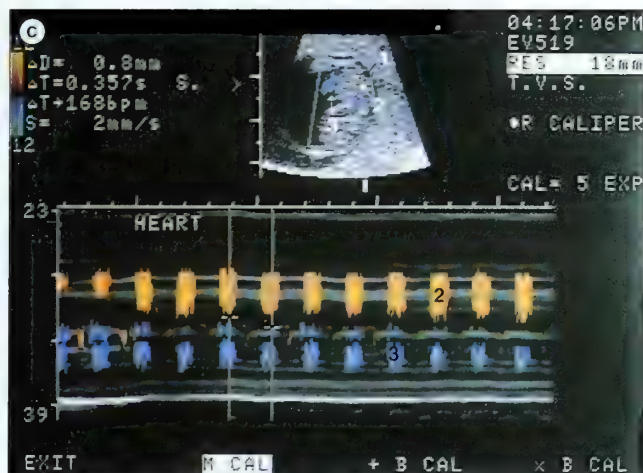
1. feto
2. saco corionico

31a-31b cortesía de A. Neale



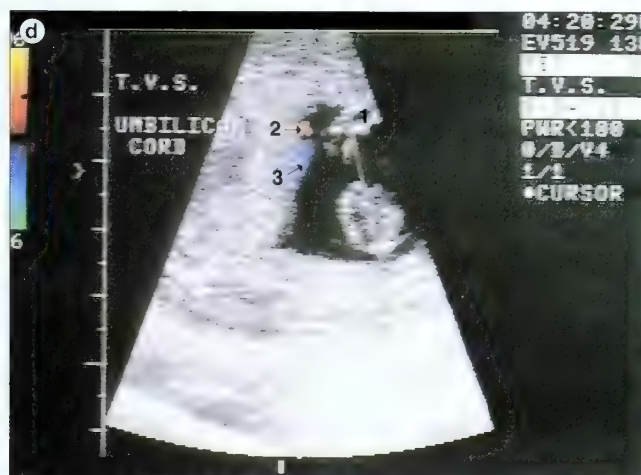
31b. Instantánea para medir la longitud CR

1. medida CR
2. saco corionico



31c. Imagen ecografica del flujo sanguineo a traves del corazon

1. corazon
2. rojo (cavidad cardiaca)
3. azul (cavidad cardiaca)

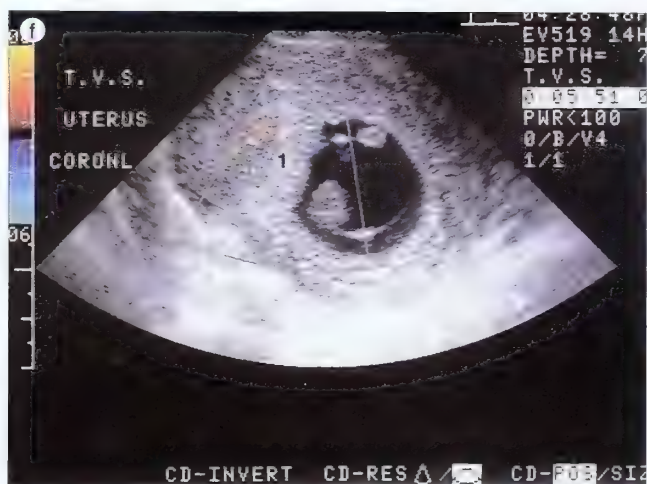


31d y 31e. Imagen ecografica para observar el flujo sanguineo a traves del cordon umbilical



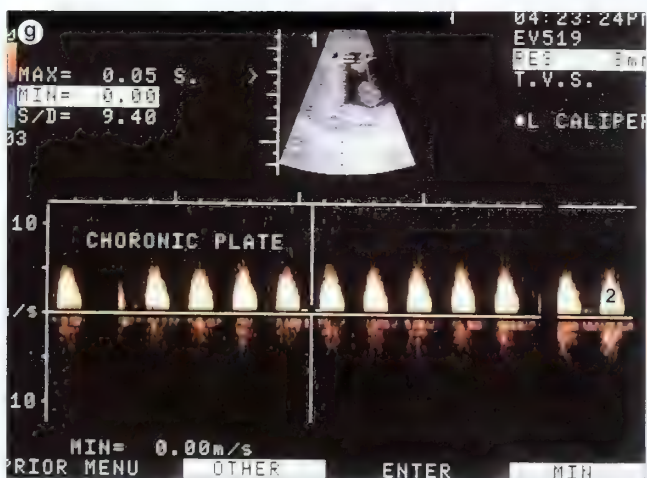
1. cordon umbilical
2. sangre oxigenada (vena roja)
3. sangre no oxigenada (arteria azul)





31f y 31g. Imagen ecográfica del flujo sanguíneo a través de la placa coriónica.

1. placa coriónica



1. cursor  
2. pulsaciones

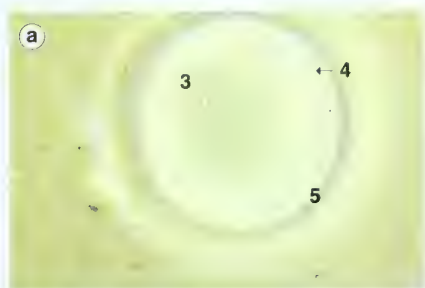


31h. Imagen ecográfica para valorar el contenido amniótico en la amniocentesis

1. amnios  
2. saco coriónico

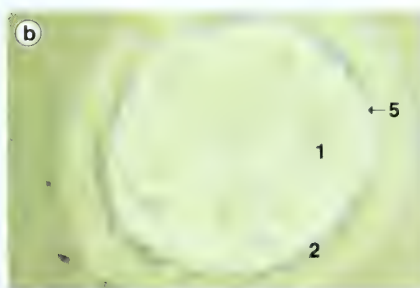


# Desarrollo inicial



**32a.** Estadio 1. Ovocito inmaduro con un cuerpo polar después de 48 h de maduración *in vitro*.

**32a y 32b** cortesía del profesor I. Craft.



**32b.** Estadio 2. Zigoto con nueve células después de madurar 72 h *in vitro*.

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| 1. célula (blastómero) | 4. cuerpo polar  |
| 2. corona radiante     | 5. zona pelúcida |
| 3. ovocito             |                  |

El desarrollo del embrión comienza en el estadio 1 cuando un espermatozoide fecunda un ovocito y juntos forman un cigoto. A medida que el cigoto viaja atravesando la trompa uterina (de Falopio), se divide (segmentación) en dos blastómeros hacia las 30 h de la fecundación. Las células continúan dividiéndose hasta formar una esfera o mórula de 12 o más células. La mórula entra en el útero y, en el 4.º día, el líquido de la cavidad uterina penetra en su interior, reorganizando la disposición de las células para formar el blastocisto. Algunas de estas células forman una capa esférica hueca llamada trofoblasto, la cual formará parte de la placenta. Las demás células forman la masa celular interna, que está unida a un polo del trofoblasto. El blastocisto está rodeado de una capa acelular denominada zona pelúcida.

El blastocisto continúa libre en la cavidad uterina durante unos 2 días en que se separa de la zona pelúcida (días 4-5) y posteriormente se une al endometrio uterino (días 5-6). Las células del trofoblasto invaden el endometrio y, gradualmente, se diferencian en dos capas: citotrofoblasto y sincitiotrofoblasto (capa superficial).

A medida que el embrión se diferencia, sobre el día 7, se forma el hipoblasto (endodermo primitivo), a partir de las células de la masa celular interna que están en contacto con la cavidad del blastocisto (blastocelo). En las restantes células de la masa celular interna aparecen pequeños espacios que se unen para formar la cavidad amniótica (v. «Amnios»).

El embrión es entonces un disco embrionario bilaminar, con el amnios por encima y la cavidad del blastocisto por debajo. Las células del hipoblasto emigran y forman un revestimiento exocelómico interno (membrana de Heuser) del blastocisto, cerrándose así la cavidad exocelómica (saco vitelino primitivo). Otras células hipoblásticas se delaminan para formar el mesodermo extraembrionario alrededor del amnios y del saco vitelino. El mesodermo extraembrionario crece y aparecen espacios en su interior que confluyen entre sí para formar el celoma extraembrionario. Este espacio rodea al amnios y al saco vitelino, excepto en el pedículo de fijación (corporal o umbilical). Mientras se desarrolla el celoma extraembrionario, bajo el endodermo embrionario se forma el saco vitelino secundario. El mesodermo extraembrionario se divide en dos capas: el mesodermo somático (somatopleural), revistiendo el trofoblasto y el amnios, y el mesodermo esplácnico (esplacnopleural) que reviste el saco vitelino. Juntos el mesodermo somático extraembrionario y el trofoblasto forman el corion, mientras que la cavidad es el celoma extraembrionario (saco coriónico).

De las células de la masa celular interna, que no se han diferenciado en hipoblasto, se forman, durante la 3.ª semana, el ectodermo y el mesodermo.

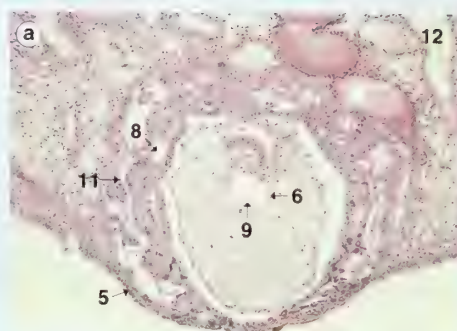
# Embrión primitivo

El embrión es un disco bilaminar, con un engrosamiento endodérmico llamado lámina precordial, situado en el futuro lugar de la boca. En el 15.º día se llega al estadio de línea primitiva. La línea primitiva tiene en su extremo cefálico un nódulo o nodo primitivo con una fosita primitiva. En estudios recientes se ha determinado que la línea primitiva aparece entre los días 12 y 14. La línea primitiva es la primera estructura embrionaria que permite identificar los extremos craneal y caudal del embrión, así como sus superficies ventral y dorsal y sus lados derecho e izquierdo.

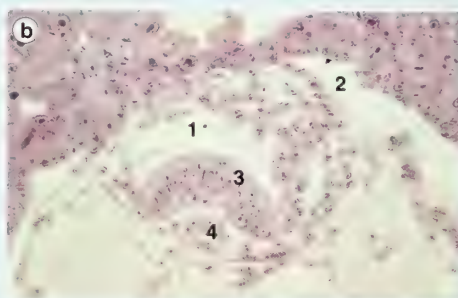
Hacia el 16.º día las células del ectodermo que han emigrado hacia la línea primitiva, se invaginan para formar las células mesodérmicas. Algunas de estas células situadas cranealmente al nodo primitivo, forman el proceso notocordal, mientras que otras células del mesodermo emigran entre el ectodermo y el endodermo hasta alcanzar los bordes del disco embrionario, donde se continúan con el mesodermo de los sacos amniótico y vitelino. Algunas de estas células forman el mesodermo cardiogénico (área cardiogénica). Hacia la mitad de la 3.ª semana, las células del mesodermo se extienden por todo el embrión excepto en las regiones de la membrana bucofaringea (lámina precordial), de la membrana cloacal y del proceso notocordal. Las células del mesodermo se forman activamente hasta el final de la 4.ª semana. La línea primitiva disminuye relativamente de tamaño, al tiempo que la notocorda se elonga. La fosita primitiva se extiende en el interior del proceso notocordal y forma el conducto notocordal. El proceso notocordal se fusiona con la capa endodérmica subyacente y en el lugar de la fusión degenera, poniéndose en comunicación el proceso notocordal con el saco vitelino. El techo de la placa notocordal se dobla sobre sí mismo para formar la notocorda y, ventralmente, el endodermo forma otra vez una capa continua. Durante un corto período, el saco vitelino (vesícula umbilical) está en comunicación con la cavidad amniótica a través del conducto neuroentérico, que se oblitera cuando la notocorda está totalmente formada.

Mientras se desarrolla la notocorda, el ectodermo suprayacente forma el neuroectodermo, el cual dará origen al sistema nervioso central. En el neuroectodermo se forman los pliegues neurales y entre ellos un surco neural. Hacia el final de la 3.ª semana los pliegues neurales se fusionan y forman el tubo neural.

Al tiempo en que se forman la notocorda y el tubo neural, el mesodermo adyacente a la línea media forma el mesodermo paraxial, que se continúa lateralmente con el mesodermo intermedio y, a través de éste, con el mesodermo lateral y el mesodermo del saco vitelino y de la cavidad amniótica.



**33a.** Estadio 5 (días 7-12). Blastocisto embrionario temprano seccionado transversalmente. El epitelio endometrial se ha regenerado sobre el blastocisto implantado.

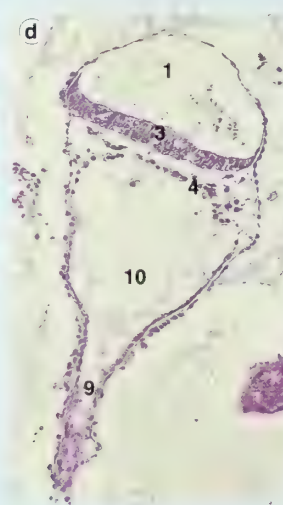


**33b.** Ampliación del embrión de la figura 33a en una sección transversal ligeramente posterior.



**33c.** Estadio 6 (día 13). Disco embrionario bilaminar seccionado transversalmente.

**33a-33c** cortesía de la CCIMS

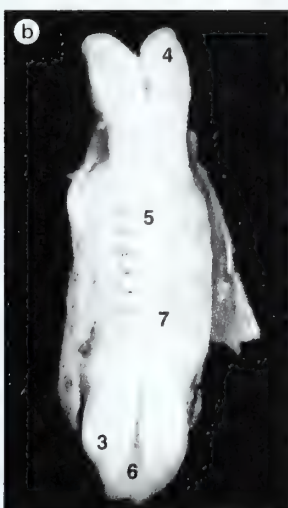


**33d.** Estadio 7 (día 16). Está presente el saco vitelino secundario. La alantoides aparece durante este estadio.

**33d** cortesía de la QUB



1. neuroporo anterior (rostral)
2. encéfalo
3. caudal
4. cefálico
5. tubo neural
6. neuroporo posterior (caudal)
7. somitas



**34a.** Estadio 10 (día  $22 \pm 1$  día). En este estadio se pueden distinguir los extremos cefálico y caudal del embrión, así como sus lados derecho e izquierdo.

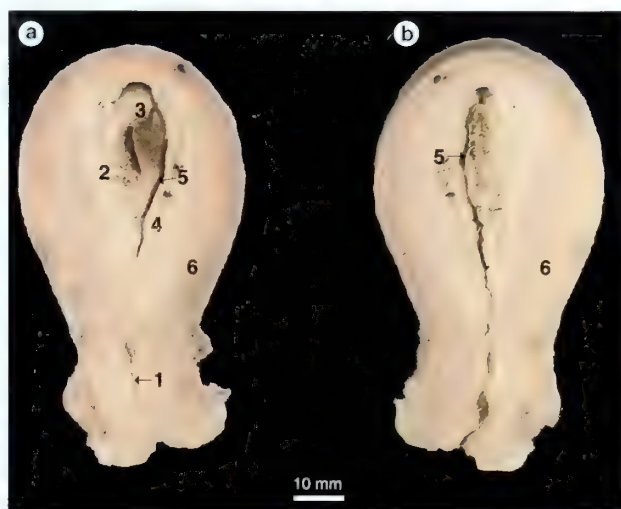
**34b.** Estadio 10 (día  $22 \pm 1$  día). El tubo neural se está fusionando en los somitas. Los neuroporos anterior y posterior persisten ampliamente abiertos.

**34c.** Estadio 11 (día  $24 \pm 1$  día). El neuroporo anterior se está cerrando mientras que el posterior permanece abierto.

*34a-34c cortesía del profesor H. Nishimura*

**35a y 35b.** Estadio 6 (día 14). Corte sagital del útero grávido

1. cuello uterino
2. decidua basal
3. decidua capsular
4. decidua parietal
5. cavidad uterina
6. útero

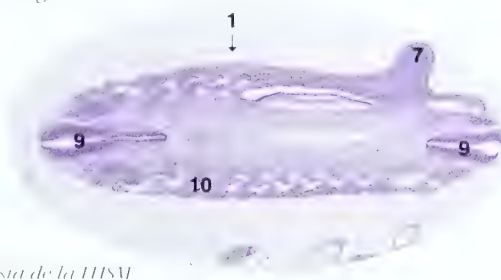


*35a y 35b cortesía de la REHSM*

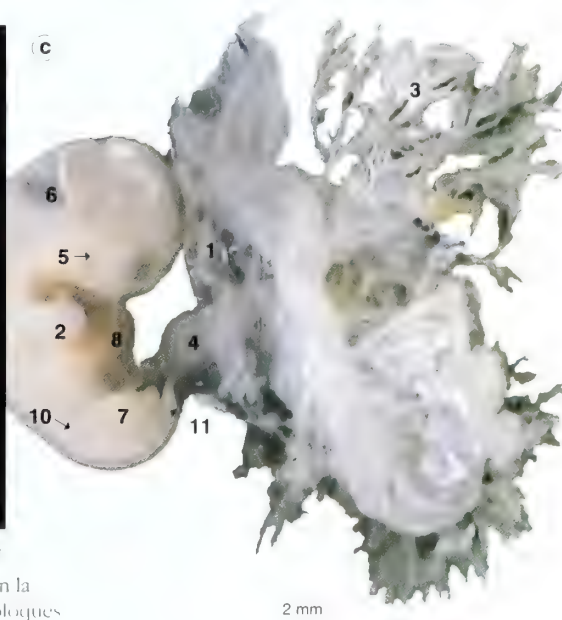
Alrededor del 20º día el mesodermo paraxial se divide en bloques de pares de somitas. Los primeros 38 pares de somitas se forman entre los días 20-30, aunque al final se habrán formado 42-44 pares. En cada somita hay una cavidad o miocele, que pronto desaparece. La parte ventromedial (esclerotoma) de cada somita se diferenciará en vértebras y costillas. De la parte dorsolateral (dermomiótoma) se formarán los músculos esqueléticos y la capa dérmica de la piel

**35c.** Estadio 17 (día 41). Persisten, en la región de la cola, los somitas como bloques de mesodermo. 12 mm de longitud CR.

**36.** Estadio 13 (día 33). Corte transversal a través de la región lumbar. 8 mm de longitud CR.



*36 cortesía de la REHSM*



2 mm

1. amnios
2. esbozo del m. s.
3. vellosidad corionica
4. cordón umbilical
5. ojo
6. rombencefalo
7. esbozo del m. i.
8. hígado
9. tubo neural
10. somita
11. cola



# Celoma

El celoma es una cavidad en forma de herradura que se forma por la confluencia de vacuolas que aparecen en las láminas laterales y en el mesodermo cardiogénico. Como resultado el mesodermo se divide en dos láminas: una capa somática, adyacente al ectodermo y continua con el mesodermo que cubre al amnios, y una capa esplácnica, adyacente al endodermo y continua con el mesodermo que cubre el saco vitelino.

De la porción curvada de la herradura se formará la cavidad pericardiaca, mientras que las dos porciones rectas se convertirán en las cavidades pleurales y peritoneal. En los bordes del embrión el celoma intraembrionario y el extraembrionario se continúan.

Mientras se forman los pliegues cefálicos, caudal y laterales del embrión, se desplazan ventralmente la futura boca (lámina precordial, membrana oral) y la membrana cloacal. También el celoma en forma de herradura resulta ventralizado. Por el plegamiento de la cabeza, la futura cavidad pericardiaca es desplazada bajo el intestino anterior, donde se expande alrededor del corazón. Caudal a la cavidad pericardiaca, el celoma se estrecha en ambos lados formando los conductos pericardioperitoneales. Estos dos estrechos conductos comunican la cavidad pericardiaca con las dos partes abdominales del celoma.

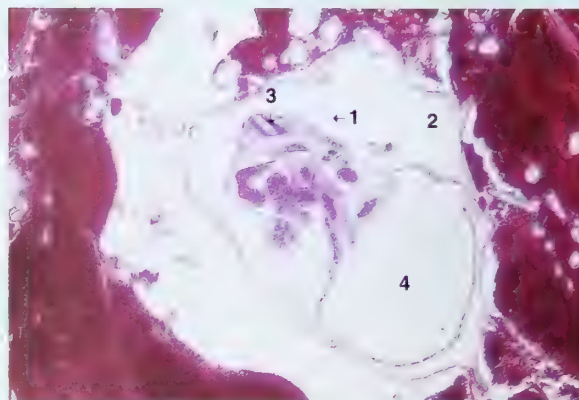
Las dos cavidades peritoneales se convierten en una sola, excepto en la región del intestino anterior caudal. Durante la 10.<sup>a</sup> semana la cavidad peritoneal se separa del celoma extraembrionario por el ombligo, mientras regresan al abdomen los intestinos (v. «Rotación del intestino medio»).

## DIVISIONES DEL CELOMA

Se producen cuatro divisiones, una en cada extremo de los conductos pericardioperitoneales, separándose así la cavidad pericardiaca de las cavidades pleurales, y éstas de la cavidad peritoneal.

La separación de la cavidad pericardiaca de las cavidades pleurales se produce mientras comienza a desarrollarse el pulmón (v. «Pulmones»). Éstos se expanden y comprimen al mesodermo adyacente dentro de los conductos pericardioperitoneales. El mesodermo que cubre los esbozos pulmonares forma la pleura visceral, mientras que la pared mesodérmica externa del celoma se convierte en la pleura parietal.

Las venas cardinales comunes provocan la aparición de sendos pliegues mesodérmicos (membranas pleuropericardiacas), que estrechan aún más los conductos pericardioperitoneales.



37. Aproximadamente estadios 10-11 (días 22-24). Sección transversal de un embrión y de sus membranas.

1. amnios
2. celoma extraembrionario
3. tubo neural
4. cavidad vitelina

Mientras los pulmones siguen expansionándose, las cavidades pleurales crecen ventralmente alrededor del corazón, dividiendo al mesodermo en dos capas: pericardio fibroso y mesodermo de la pared corporal.

Con el descenso del corazón, el crecimiento de las venas cardinales comunes y la formación de las cavidades pleurales, las membranas pleuropericardiacas se unen, en la 7.<sup>a</sup> semana, con el mesodermo ventral del esófago.

Las membranas pleuroperitoneales separan las cavidades pleurales de la cavidad peritoneal. Estas membranas se forman mientras se expanden las cavidades pleurales alrededor del corazón. Crecen medial y ventralmente y, en la 6.<sup>a</sup> semana, sus bordes libres se unen al *septum transversum* y al mesenterio dorsal del esófago. Con el crecimiento de fibras musculares en estas membranas y con el aumento del tamaño del hígado, se cierran las aberturas pleuroperitoneales.

# Derivados de las hojas germinativas

## DERIVADOS DEL ECTODERMO

### Ectodermo superficial

Epidermis, pelo, uñas, glándulas sudoríparas, glándulas sebáceas, glándulas mamarias, cristalino, oído interno, esmalte dentario e hipófisis anterior.



**38.** Estadio 19 (días 47-48). Los miembros superiores se sitúan sobre la prominencia cardíaca y en los miembros inferiores aparecen los rayos digitales. 20 mm de longitud CR.

### Neuroectodermo

#### *Tubo neural*

Sistema nervioso central, retina, cuerpo (glándula) pineal y lóbulo posterior de la hipófisis.

#### *Cresta neural*

Nervios y ganglios sensitivos, craneales y espinales, medula suprarrenal, células pigmentarias, mesodermo de la cabeza, cartílagos de los arcos faríngeos (branquiales), nervios y ganglios simpáticos y células de Schwann.

## DERIVADOS DEL ENDODERMO

Porción epitelial de las amígdalas, faringe, tiroides, paratiroides, conducto faringotímpanico, cavidad timpánica, tráquea, bronquios y pulmones. Epitelio del tracto gastrointestinal, hígado, páncreas, uraco y vejiga urinaria.

## DERIVADOS DEL MESODERMO

### Cefálico

Cráneo, dentina, músculos y tejido conectivo.

### Paraxial

Esqueleto (excepto cráneo), músculos del tronco, dermis y tejido conectivo.

### Intermedio

Sistema urogenital (gónadas, conductos genitales y glándulas accesorias).

### Láminas laterales

Sistema cardiovascular, células sanguíneas, sistema linfático y sus células, bazo, corteza suprarrenal, músculos de las vísceras y de los miembros, tejido conectivo visceral, membranas serosas (pericardio, pleuras y peritoneo).

# Membranas fetales y placenta

Las membranas embrionarias (y fetales) y la placenta protegen al embrión (y al feto) y le proporcionan, durante el desarrollo, los mecanismos necesarios para su nutrición, respiración y excreción. Estas membranas proceden del cigoto y son el amnios, el corion, la alantoides y el saco vitelino. La placenta se desarrolla a partir del corion fetal y del endometrio materno. En el parto, el cordón umbilical, la placenta, el amnios y el corion se expulsan, después del nacimiento del feto, en forma de "secundinas" (v. «Parto»).

Durante la implantación del blastocisto (días 7-10) en el endometrio materno se produce la reacción decidual. Las células de la estroma aumentan su número y tamaño. Las glándulas y los vasos sanguíneos también proliferan. En la decidua se forman tres regiones, según su relación con el sitio de la implantación: *decidua capsular* recubriendo el *conceptus*; *decidua basal* sobre la que yace el *conceptus* y *decidua parietal* formada por el resto de la mucosa materna.

## Corion

Entre los días 13 y 14 el citotrofoblasto prolifera formando unas masas que se extienden en el interior del sincitiotrofoblasto. Son las vellosidades coriónicas que pronto se ramifican. Sobre el día 15 en las vellosidades se forman núcleos de tejido conectivo, transformándose en las vellosidades coriónicas secundarias. Estas cubren por completo la superficie del corion y se transforman en las vellosidades terciarias al desarrollarse en su interior capilares. Los tres tipos de vellosidades pueden estar presentes simultáneamente. El citotrofoblasto de las vellosidades coriónicas se extiende sobre el sincitiotrofoblasto, confluyendo en una cubierta o coraza citotrofoblástica, la cual sujeta el saco coriónico al endometrio. Entre las semanas 5-10, el crecimiento del saco coriónico es muy rápido.

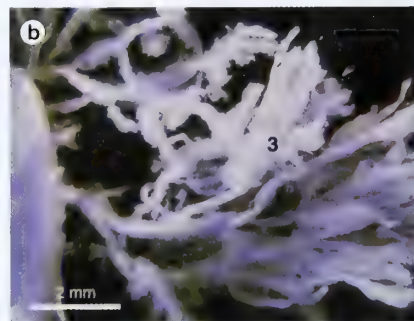
Después de la 8.<sup>a</sup> semana el saco coriónico está cubierto de vellosidades. Como consecuencia del crecimiento del saco, los vasos sanguíneos de la *decidua capsular* sufren compresión y degeneran, dando como resultado un corion alisado (*corion leve*). Al mismo tiempo, las vellosidades contiguas a la *decidua basal* proliferan y forman el *corion frondoso* (componente fetal de la placenta). La *decidua basal* forma el componente materno (placa decidual). Como las vellosidades invaden la decidua basal, entre ellas quedan cuñas de tejido decidual, denominadas tabiques placentarios, los cuales dividen la parte fetal de la placenta en 10-38 cotiledones, cada uno de los cuales contiene dos o más vellosidades en el tallo.

Mientras el feto crece la *decidua capsular* se extiende en la cavidad uterina y, finalmente, contacta y se une con la *decidua parietal*. Hacia la 22.<sup>a</sup> semana, y debido a la reducción de la circulación sanguínea, la *decidua capsular* degenera.

- Biopsia de las vellosidades coriónicas: a partir de la 7.<sup>a</sup> semana se pueden obtener biopsias de las vellosidades coriónicas mediante la inserción de un catéter en el útero, a través de la pared abdominal o de la vagina, bajo control ecográfico. Se ha relacionado esta técnica con la producción de malformaciones en los miembros.



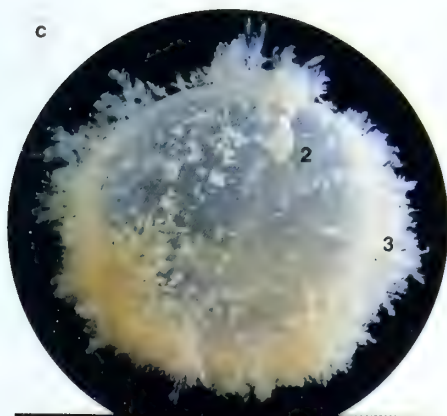
**39a.** Estadio 16 (día 37). El embrión está unido al amnios y al corion por el cordón umbilical. 12 mm de longitud CR.



**39b.** Ampliación de las vellosidades coriónicas del embrión de la imagen 39a.

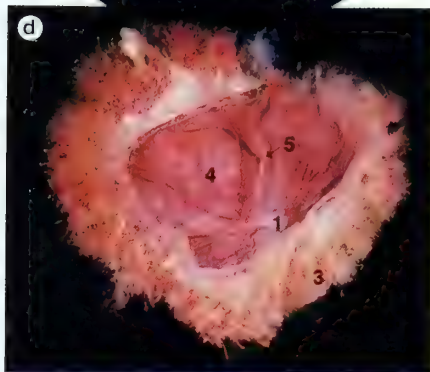
1. amnios
2. esbozo del m. s.
3. vellosidad coriónica
4. cabeza
5. rombencéfalo
6. esbozo del m. i.
7. cordón umbilical



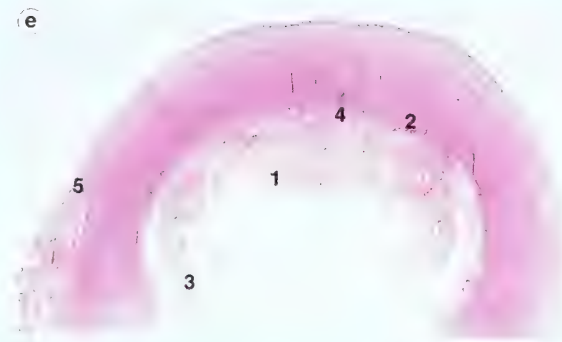


**39c.** El saco coriónico (aproximadamente 26 mm de diámetro) de un embrión del estadio 12.

1. amnios
2. corion leve
3. vellosidad coriónica
4. superficie embrionaria
5. vasos umbilicales



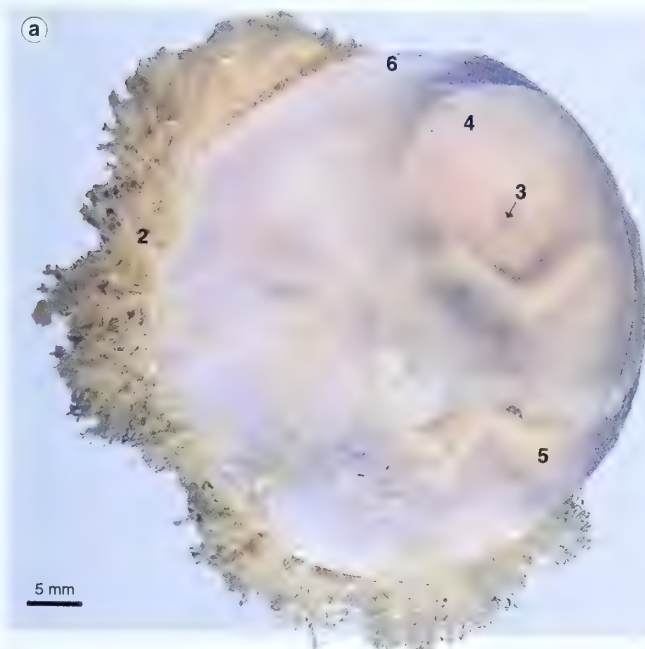
**39d.** El saco coriónico abierto para mostrar el amnios, el cordón umbilical y los vasos. Estos han sido inyectados con sustancias coloreadas.



**39e.** Sección transversal de la placenta de un embrión de 15 mm de longitud CR *in situ*

1. vellosidad corionica
2. decidua basal
3. decidua capsular
4. decidua parietal
5. miometrio

*39d y 39e de la colección W.J. Hamilton*



1. amnios
2. vellosidad coriónica
3. ojo
4. cabeza
5. miembro inferior
6. corion liso
7. cordón umbilical



**40a.** Semana 9. Feto *in situ* en el saco coriónico, 46 mm de longitud CR ♂

**40b.** El feto de **40a** con el saco coriónico abierto. El amnios está mantenido pero es transparente, 46 mm de longitud CR ♂.

## Amnios

La cavidad amniótica se forma cuando las vacuolas formadas en la masa celular interna y en el trofoblasto se unen en una cavidad situada por encima del disco ectodérmico. La cubierta epitelial se forma a partir de células citotrofoblásticas, y su superficie externa acaba recubierta de mesodermo extraembrionario. A medida que crece, el celoma extraembrionario separa la cavidad amniótica del corion, excepto en la región del pedículo embrionario (de fijación). Cuando en el embrión se forman los pliegues cefálico y caudal, el amnios es desplazado hacia la región ventral del embrión.

A medida que la cavidad amniótica crece, el celoma extraembrionario se reduce y progresivamente desaparece. El amnios reviste al corion, el cual se fusiona primero con la *decidua capsular* y más tarde con la *decidua parietal*, excepto en la región del pedículo de fijación, donde persiste y reviste la cara externa del pedículo (más tarde cordón umbilical).

La cavidad amniótica contiene inicialmente el líquido producido por sus células parietales, pero la mayor parte procede de la sangre materna y, en el embarazo avanzado, se excretan en la cavidad 500 ml diarios de orina fetal. El líquido amniótico sirve de amortiguador para el embrión; actúa como una barrera para las infecciones, mantiene constante la temperatura, evita la adherencia del amnios sobre el embrión en desarrollo, y permite el crecimiento simétrico y los movimientos libres del feto, que ayudan al desarrollo muscular y pulmonar normales.

En la 37.<sup>a</sup> semana existen aproximadamente 1.000 ml de líquido amniótico: diariamente el feto deglute y absorbe aproximadamente 400 ml diarios, y elimina a la cavidad 500 ml de orina. Cada 3 h se renueva el agua del líquido amniótico a través de la membrana amniocoriónica.

El líquido amniótico contiene: células epiteliales de la desca-mación fetal, lanugo, *vernix caseosa*, proteínas, grasas, hidratos de carbono, hormonas, enzimas, pigmentos, orina fetal y un 98-99% de agua.

Al término del embarazo el amnios y el corion, llenos de líquido, hacen protrusión en el interior del cuello uterino dilatado (v. «Parto»).



**41a.** Estadio 17 (día 41). El pedículo embrionario primitivo está cubierto de un tubo de amnios que se continúa con el amnios que está en contacto con el corion. 12 mm de longitud CR.

- Amniocentesis: a partir de la 14.<sup>a</sup> semana, aproximadamente, puede obtenerse una muestra de líquido amniótico insertando un catéter en la cavidad amniótica, a través de la pared abdominal y del útero, y bajo control ecográfico.
- Excesos y defectos del volumen del líquido amniótico (polihidramnios y oligohidramnios, respectivamente) pueden estar asociados a anomalías fetales. Estas situaciones pueden diagnosticarse por ecografía.
- En ocasiones puede suceder que el amnios no se rompa en el momento del parto y el neonato nazca encerrado en el saco amniótico, también llamado «colia».



**41b.** Semana 8. El embrión está flotando en el interior del saco amniótico. 31 mm de longitud CR.

**41b** cortesía de la RFHSM.

c



**41c.** Semana 12. El feto está unido por el cordón umbilical con la cara fetal de la placenta en desarrollo. 85 mm de longitud CR.<sup>2</sup>

- |                              |                        |                     |                                 |
|------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|
| 1. abdomen                   | 4. espalda             | 7. feto             | 10. espazo del miembro inferior |
| 2. amnios                    | 5. veiosidad corionica | 8. cabeza           | 11. corion umbilical            |
| 3. amnios y cordón umbilical | 6. embrión             | 9. miembro inferior | 12. vasos umbilicales           |

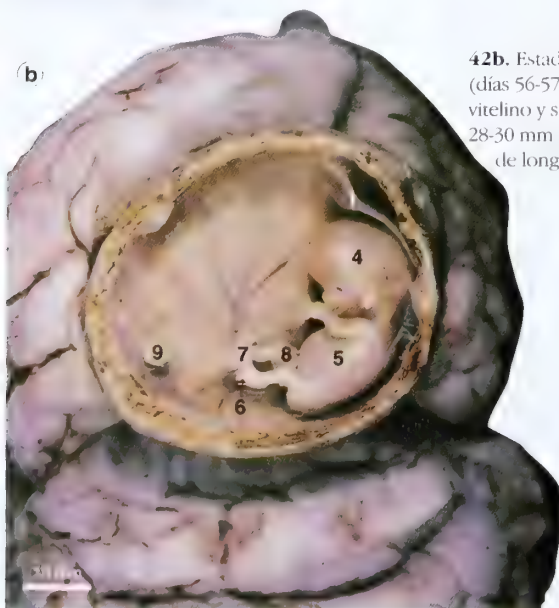




1. amnios
2. vellosidad coriónica
3. cara fetal de la placenta
4. cabeza
5. costillas
6. dedos del pie
7. vasos umbilicales
8. cordón umbilical
9. saco vitelino
10. saco y pedículo vitelino

**42a.** Estadio 13 (día 28). El saco primitivo. 4-6 mm de longitud CR.

**42a y 42b** cortesía de la colección W.J. Hamilton.



**42b.** Estadio 23 (días 56-57). El saco vitelino y su pedículo. 28-30 mm de longitud CR.

## Saco vitelino

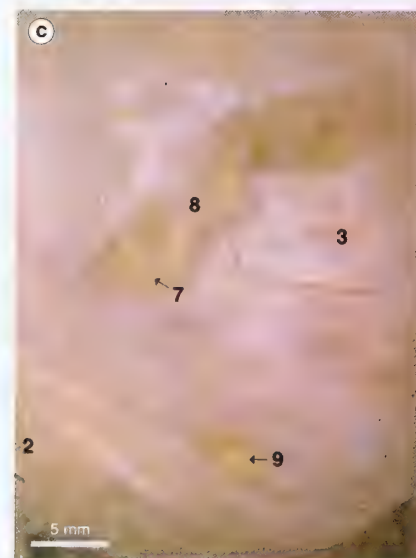
El saco vitelino primario está recubierto por la fina membrana exocelómica de Heuser. Mientras se desarrolla el celoma extraembrionario, el saco vitelino primario degenera, formándose el saco vitelino secundario, más pequeño, recubierto por el endodermo. Las primeras células sanguíneas se forman en el mesodermo del saco vitelino (3.<sup>a</sup> semana). Este proveerá al embrión de sangre hasta que el hígado empiece a formar sangre (6.<sup>a</sup> semana). También proporciona nutrientes durante la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> semanas, mientras la placenta corioalantoidea se desarrolla. Durante la 3.<sup>a</sup> semana las células germinales primordiales, formadas en el saco vitelino, emigran al interior del embrión. En la 4.<sup>a</sup> semana el plegamiento del cuerpo embrionario constriñe el saco vitelino y queda una porción dentro del embrión que forma el epitelio del tubo digestivo. La porción extraembrionaria forma el saco vitelino residual. El tubo intestinal se divide en intestino anterior, medio y posterior. El intestino anterior del embrión incluye la faringe y sus derivados, el tracto respiratorio inferior, esófago, estómago, hígado, páncreas, aparato biliar y el duodeno, hasta la desembocadura del colédoco. La irrigación arterial de todo ello depende del tronco celiaco, excepto la faringe, el tracto respiratorio y el esófago superior.

El intestino embrionario medio incluye el intestino delgado desde la desembocadura del colédoco, el ciego, el apéndice vermiforme, el colon ascendente y la parte proximal del colon transverso. El intestino medio está irrigado por la arteria mesentérica superior.

El intestino posterior del embrión incluye la parte distal del colon transverso, el colon descendente y sigmoideo, el recto, la parte superior del conducto anal y parte del sistema urogenital. El intestino posterior está irrigado por la arteria mesentérica inferior.

En la 10.<sup>a</sup> semana el saco vitelino residual se separa del intestino por su pedículo (v. «Rotación del intestino medio») y en la 12.<sup>a</sup> semana se retrae y fibrosa.

- Mediante ecografía se puede ver el saco vitelino entre la 5.<sup>a</sup> y la 11.<sup>a</sup> semanas.



**42c.** Semana 9. El saco vitelino está retraído. 44 mm de longitud CR.

## Alantoides

La alantoides aparece el día 10 como un divertículo del saco vitelino. Entre la 3.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup> semanas se forma sangre en las paredes de la alantoides. A partir de sus vasos se forman la vena y las arterias umbilicales, y el líquido amniótico alcanza la circulación fetal a través de la vena umbilical. Este es finalmente transferido a la sangre materna.

La porción intraembrionaria de la alantoides se extiende desde el ombligo hasta la vejiga urinaria. Mientras se forma la vejiga urinaria, la alantoides se convierte en el uraco (v. «Vejiga urinaria»). Durante las semanas 5-8 la porción extraembrionaria degenera.

En el niño el uraco se vuelve fibroso y forma el ligamento umbilical medio.



**43a.** Estadio 19 (días 17-18). La vejiga urinaria y la alantoides en desarrollo. El cordón umbilical está abierto. 20 mm de longitud CR.

1. alantoides
2. espina de cactus
3. vejiga urinaria en desarrollo (seno urogenital)
4. tubérculo genital
5. esbozo del miembro inferior
6. intestino medio e intestino posterior
7. arteria umbilical
8. cordón umbilical abierto



**43b.** Semana 11. Vista ventral del uraco. 65 mm de longitud CR.

1. pared anterior de abdomen (corte)
2. arteria umbilical izquierda
3. miembro inferior
4. pene
5. testículo
6. cordón umbilical
7. uraco
8. vejiga urinaria

## Placenta

La placenta está interpuesta entre las circulaciones sanguíneas fetal y materna, y cumple varias funciones: entre ellas, el metabolismo y transporte de nutrientes, productos de desecho, anticuerpos, hormonas y electrolitos. Algunos medicamentos y microorganismos infecciosos pueden atravesar también la placenta. La placenta es una fuente de hormonas.

La membrana placentaria está compuesta de sincitiotrofoblasto, citotrofoblasto, un núcleo de tejido conectivo en cada vellosidad y el endotelio de los capilares fetales. Las células de Hofbauer, parecidas a macrófagos, aparecen en los núcleos de los capilares en períodos precoces del embarazo.

La arborización de las vellosidades coriónicas se efectúa por sucesivas ramificaciones y los capilares fetales aumentan en número y en tamaño. De este modo, una vellosidad inicialmente terminal puede convertirse en una vellosidad intermedia. Finalmente, los capilares se aplican directamente sobre el sincitiotrofoblasto y, en los períodos finales del embarazo, la membrana placentaria se adelgaza.

### LA PLACENTA MADURA

La placenta madura es de forma discoidal y aplanada; pesa aproximadamente 500 g en el nacimiento. Mide unos 20 cm de diámetro y 2,5 cm de grosor en el centro. Generalmente la implantación se efectúa en la parte superior de la cara dorsal del útero.

La superficie fetal de la placenta es lisa, con el cordón umbilical insertado en su centro. Los vasos coriónicos son visibles a través de la membrana amniótica cuando se ramifican en el mesodermo coriónico (placa coriónica).

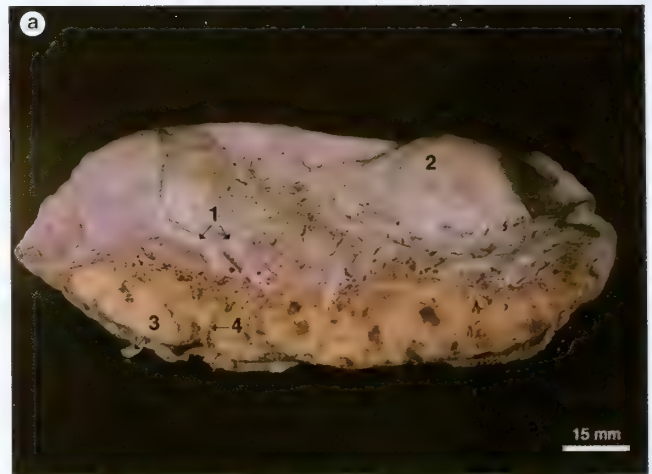
La superficie materna de la placenta es rugosa y está dividida en 10-38 cotiledones. Los surcos entre los cotiledones marcan el sitio de los tabiques placentarios.

El amnios y el corion se continúan con el borde de la placenta. En el alumbramiento, el cordón umbilical, la placenta, el amnios y el corion siguen al feto, formando las «secundinas».

Si la implantación se efectúa en la parte inferior del útero, la placenta puede cubrir el orificio interno (*placenta previa*) y obstruir la salida del feto durante el parto.

La implantación puede tener lugar fuera del útero, en un lugar ectópico (cavidad abdominal o trompa uterina [Falopio]).

El embarazo ectópico es una situación vitalmente peligrosa.



**44a.** Semana 23. Sección de la placenta respetando el feto. 220 mm de longitud CR ♂.

1. vasos coriónicos
2. superficie fetal
3. superficie materna
4. tabiques placentarios



**44b.** Corte histológico transversal de la placenta *in situ*. Embrión de 30 mm de longitud CR.

**44b** cortesía de la colección W.J. Hamilton.

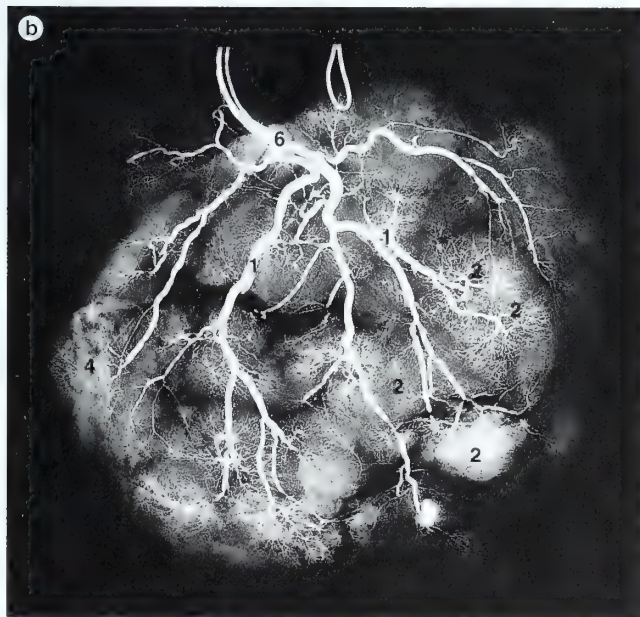
1. cavidad amniótica
2. cuello uterino
3. placenta
4. miometrio del útero





45a cortesía de J. Bashford y J.D. Boyd

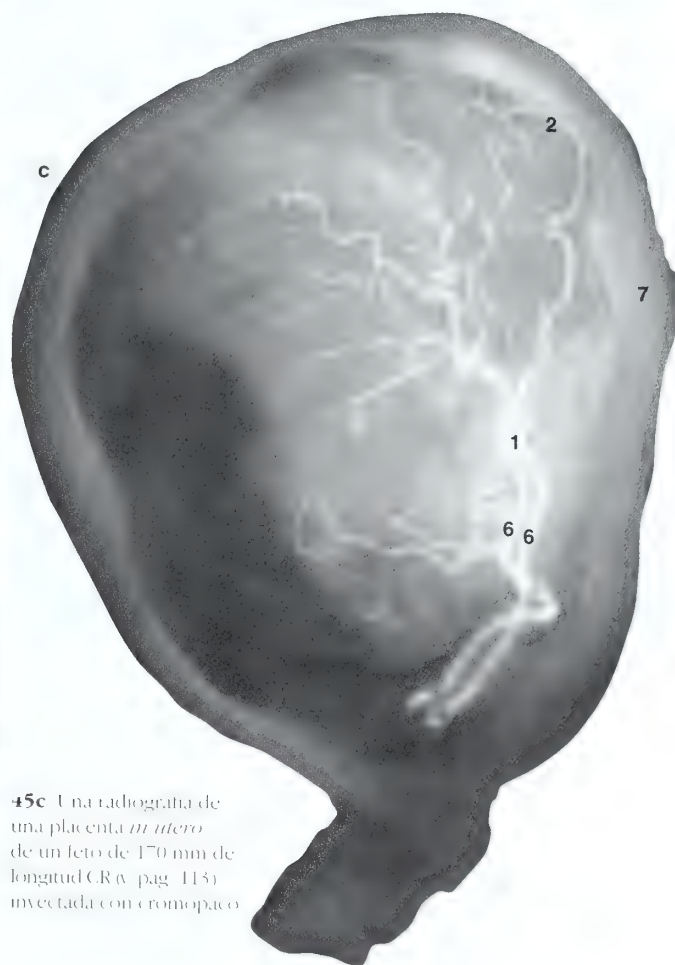
45b cortesía de la colección WJ Hamilton



45b. Una radiografía de la placenta de un feto de unos 140 mm de longitud CR, inyectada con cromopaco

45a. Radiografía de la placenta de un feto inyectada con cromopaco. 50 mm de longitud del pie

1. arteria contralateral
2. arteria uterina
3. feto
4. placenta
5. cordón umbilical
6. arterias umbilicales
7. utero



45c. Una radiografía de una placenta *in utero* de un feto de 170 mm de longitud CR (v. pag. 115) inyectada con cromopaco

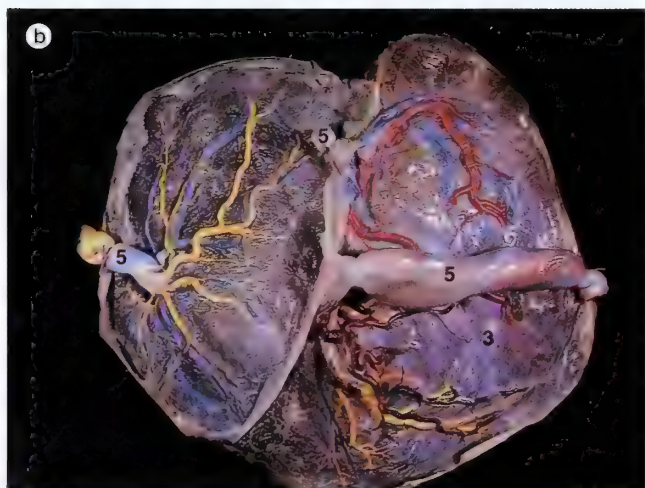
45c cortesía de J. Bashford, colección WJ Hamilton y J.D. Boyd



46a. La placenta de gemelos monozigotos.

46a cortesía del RCOG

46b y 46c. La placenta de trillizos y de cuatrillizos



46b cortesía de la colección WJ Hamilton

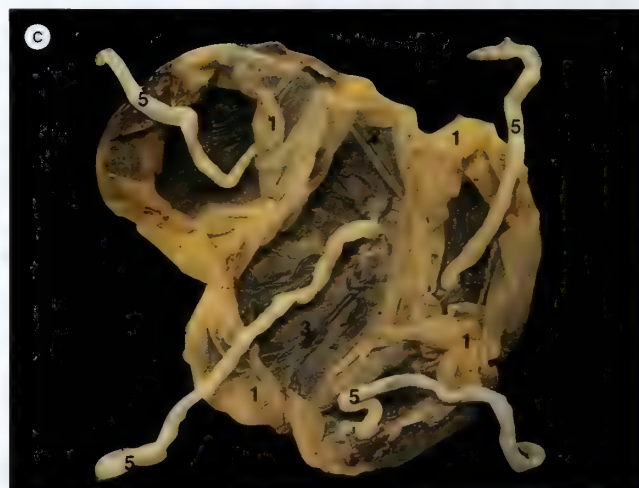
## Gestación múltiple

Los gemelos pueden proceder de un ovocito fecundado que se divide en dos masas (monoigóticos, idénticos o gemelos parecidos) o de dos ovocitos fecundados (dizigóticos, fraternos o gemelos no parecidos).

El amnios, el corion y la placenta de los gemelos monoigóticos o idénticos, revelan la fase en que se produjo la división en dos de las células procedentes del ovocito fecundado. Puede haber dos amnios, dos coriones y dos placentas (que pueden fusionarse). Otras alternativas son que hayan dos amnios, un corion y una placenta, o que, tanto el amnios, como el corion y la placenta sean únicos. Los gemelos dizigóticos o fraternos tienen dos amnios, dos coriones y dos placentas que pueden estar fusionadas.

Los trillizos pueden proceder de uno, dos o tres ovocitos fecundados. Los cuatrillizos pueden originarse a partir de uno, dos, tres o cuatro ovocitos fecundados.

- Una gestación múltiple puede ser el resultado de la reimplantación de varios preembriones después de la fecundación *in vitro*.
- Una superovulación puede terminar en un embarazo múltiple.
- En los embarazos múltiples hay un aumento de las anomalías fetales.



46c cortesía del RCOG.

1. membrana amniocorionica
2. amnios
3. cara fetal
4. placenta (cara fetal)
5. cordón umbilical

46b. La placenta de trillizos. Tiene tres amnios y un solo corion. Varias anastomosis están presentes entre las tres circulaciones. Los vasos coriónicos de cada una han sido inyectados con resinas de un color distinto (rojo, azul y amarillo).

46c. La placenta de cuatrillizos

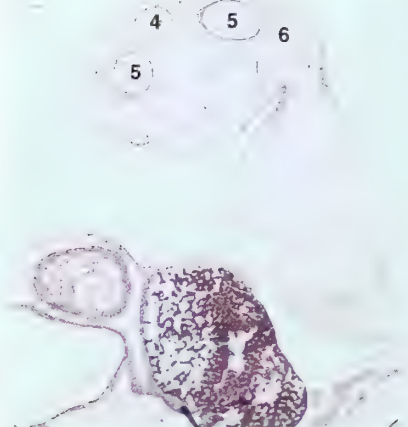


47. Embarazo ectópico en la trompa uterina

47 cortesía del RCOG



a



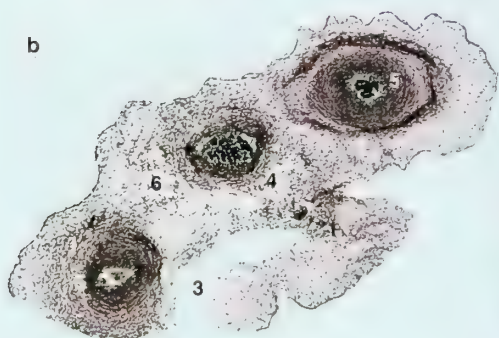
48a cortesía de la QUB

**48a-48e.** Cortes transversales del cordón umbilical en desarrollo.

**48a.** Estadio 15 (día 33). 9 mm de longitud CR

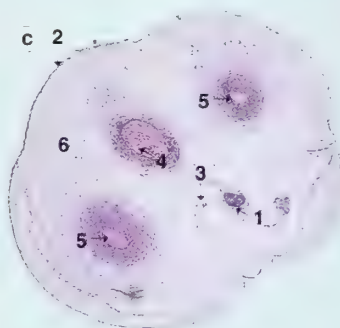
1. alantoides
2. epitelio amniótico
3. celoma
4. vena umbilical (izquierda)
5. arteria umbilical
6. gelatina de Wharton

b



**48b.** Estadios 16-18 (día 37-44). 14 mm de longitud CR.

c



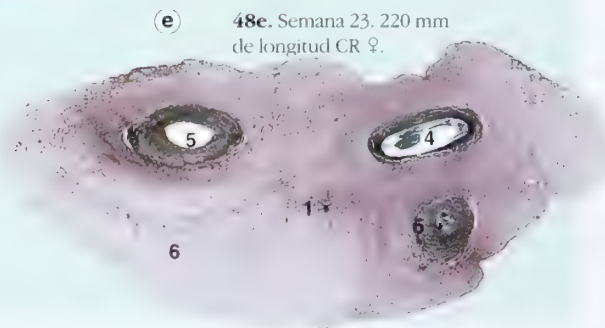
**48c.** Semana 9. 48 mm de longitud CR ♀.

d



**48d.** Semana 13. 92 mm de longitud CR ♂.

e



**48e.** Semana 23. 220 mm de longitud CR ♀.

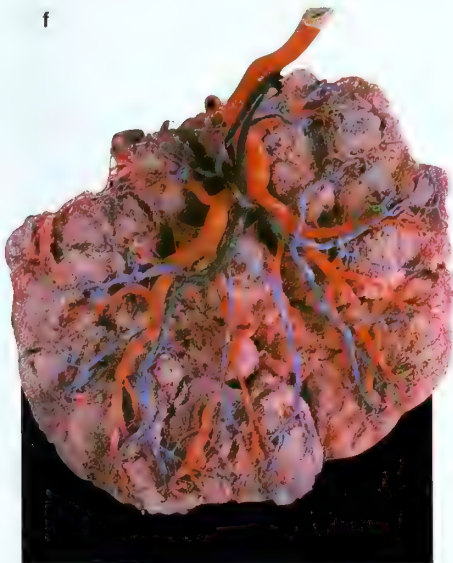
## Cordón umbilical

Inicialmente el embrión posee un grueso pedículo embrionario (corporal, de conexión o umbilical), que contiene dos arterias umbilicales, dos venas umbilicales, la alantoides y células mesodérmicas primitivas. Las arterias conducen la sangre desde el embrión hasta las vellosidades coriónicas y las venas umbilicales; luego retorna la sangre al embrión. La vena umbilical derecha degenera.

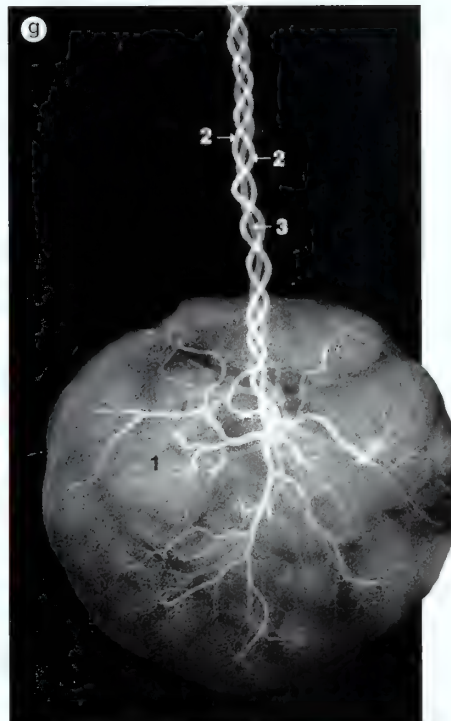
En la 5.<sup>a</sup> semana el amnios se expande hasta llenar por completo el celoma extraembrionario. Este proceso comprime al saco vitelino contra el tallo embrionario, cubriendo todo ello con un tubo de ectodermo amniótico y formando, de esta manera, el cordón umbilical. El cordón es más estrecho que el pedículo embrionario, y crece rápidamente en longitud. El tejido conectivo del cordón umbilical, llamado gelatina de Wharton, deriva de las células mesodérmicas primitivas. La vena umbilical y las dos arterias umbilicales se enrollan sobre sí mismas. El cordón umbilical comienza a retorcerse sobre sí mismo, en espiral. No es extraño encontrar el cordón enrollado alrededor del feto. En las semanas 35-38, la inserción abdominal del cordón umbilical se centra.

- En el recién nacido, el cordón maduro mide unos 54 cm de longitud y 12 mm de diámetro. Puede tener hasta 40 torsiones espirales, así como falsos nudos (proyecciones irregulares de los vasos sanguíneos) y verdaderos nudos (el feto ha pasado a través de un lazo del cordón).
- Cuando al nacer se corta la circulación sanguínea, algunas partes de las arterias umbilicales y la vena umbilical, gradualmente, se convierten en cordones fibrosos.
- La vena umbilical izquierda se aprecia como un cordón fibroso, entre el ombligo y el hígado (*ligamento redondo del hígado*), contenido en el ligamento falciforme.
- Las arterias umbilicales mantienen proximalmente su conexión con las arterias ilíacas internas, mientras que distalmente alcanzan el ombligo, formando los ligamentos umbilicales mediales en el seno del pliegue umbilical medial.
- El cordón umbilical permanece rígido durante el desarrollo, debido a que la sangre fluye a su través.
- La retracción normal del muñón del cordón puede ser un importante factor médico-legal en la determinación del tiempo de supervivencia del niño.

**48f.** Vasos umbilicales al término de la gestación, inyectados con resina plástica. Las arterias umbilicales en azul y la vena en rojo.



**48f** cortesía de D. Adams e I. Indams



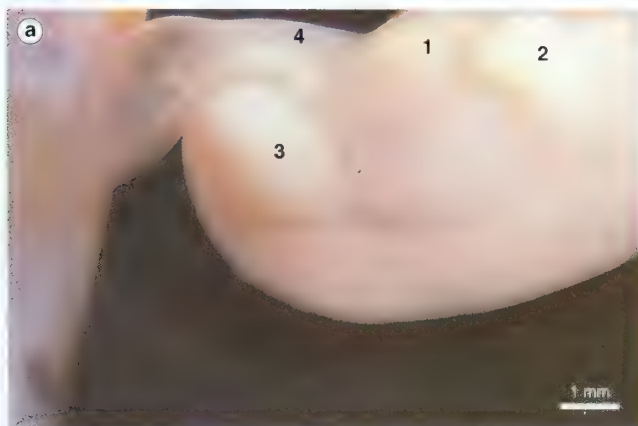
**48g.** Arteriografía de los vasos umbilicales de la placenta de un feto de 155 mm de longitud CR.

- 1. placenta - cara fetal.
- 2. arterias umbilicales
- 3. vena umbilical

**48g** cortesía de J. Bashford y J. D. Boyd

**49a-49j.** Desarrollo del cordón umbilical.

**49a.** Estadio 17 (día 41). 12 mm de longitud CR.



**49b.** Estadio 17 (día 41). 12 mm de longitud CR.

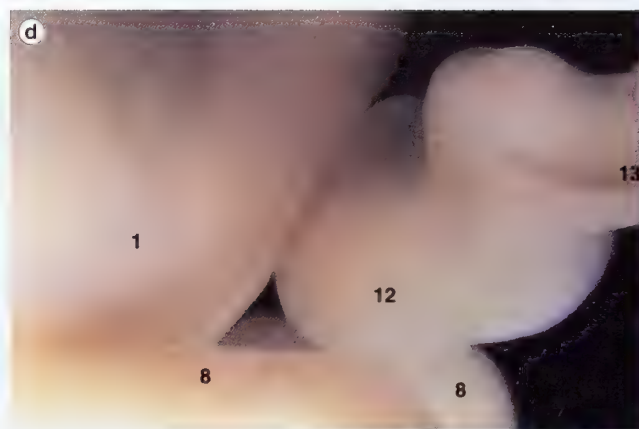


- 1. abdomen
- 2. esbozo del m. s.
- 3. estadio 17 (día 41)
- 4. 12 mm de longitud CR





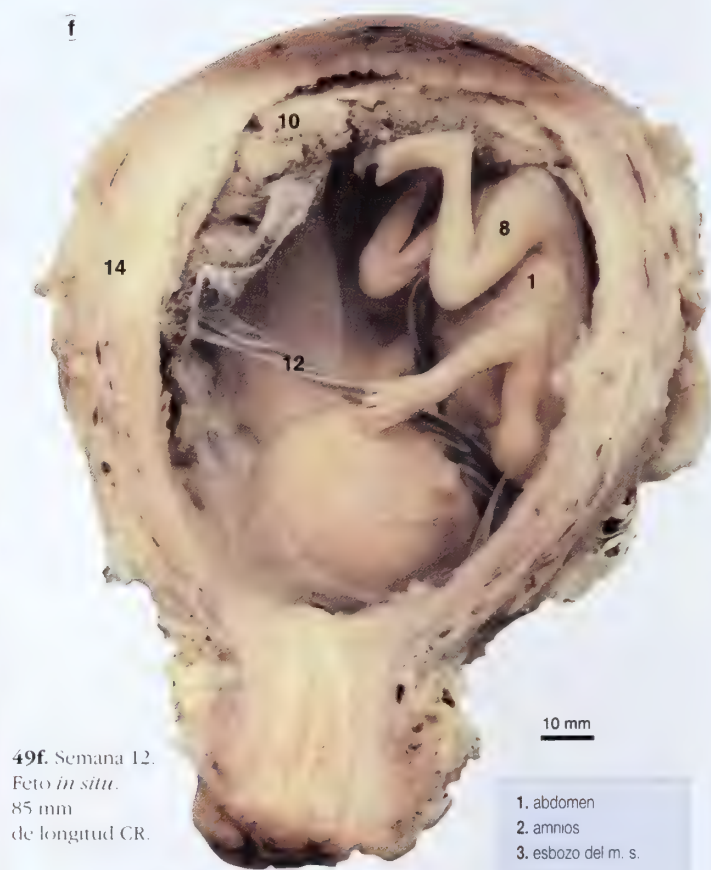
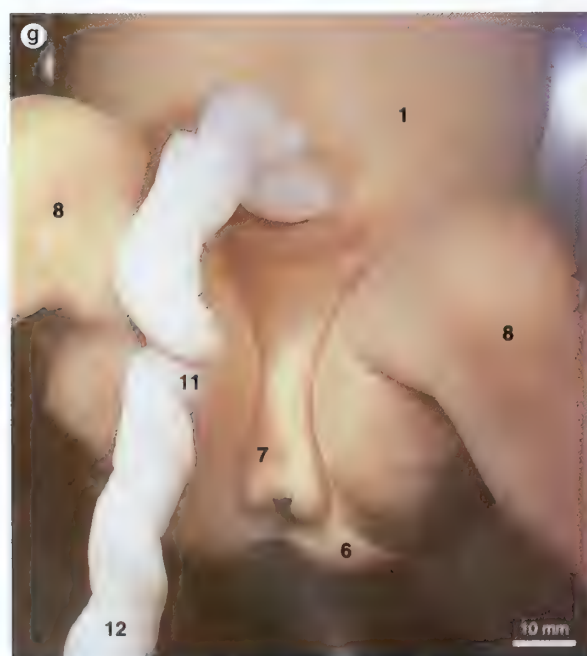
49c. Estadios 16-18 (días 37-44) 14 mm de longitud CR. 49c cortesía de la RCS



49d. Semana 8, 39 mm de longitud CR.



49e. Semana 10, 60 mm de longitud CR ♀



49f. Semana 12. Feto *in situ*. 85 mm de longitud CR.

1. abdomen
2. amnios
3. esbozo del m. s.
4. encéfalo
5. arco branquial
6. nalga
7. genitales externos
8. miembro inferior
9. esbozo del m. i.
10. placenta
11. torsion espiral
12. cordon umbilical
13. vasos umbilicales
14. utero

49g. Semana 15, 130 mm de longitud CR ♀.



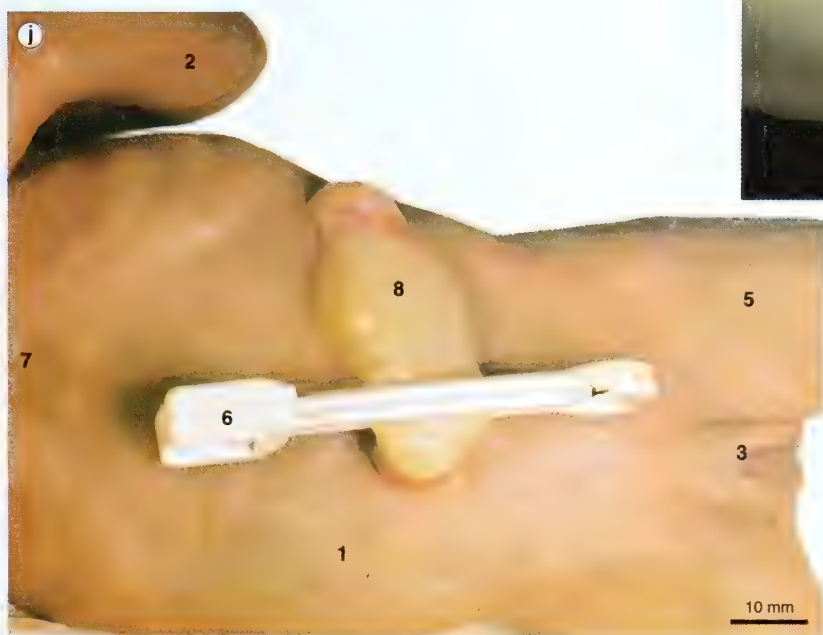


49h. Semana 15. Continuación entre el epitelio del cordón umbilical y la epidermis fetal. 130 mm de longitud CR.

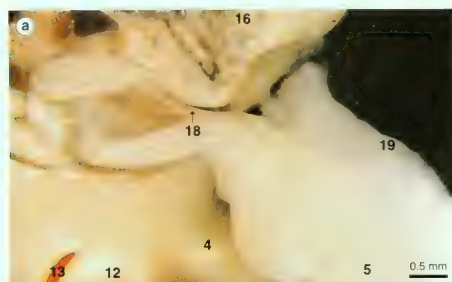


49i. Semana 22. 210 mm de longitud CR.

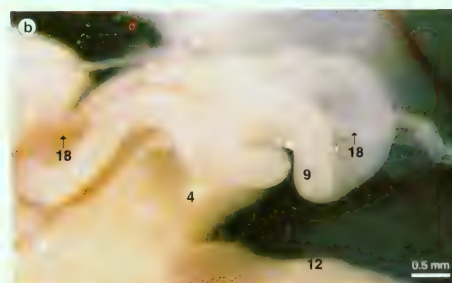
49j. Semana 35. El cordón umbilical y



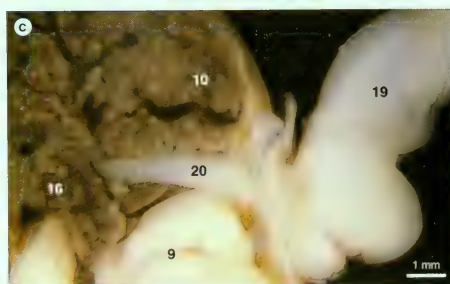
1. abdomen
2. miembro superior
3. genitales externos
4. epidermis fetal
5. miembro inferior
6. pinza de plástico
7. torax
8. cordón umbilical
9. cordón umbilical cubierto de amnios
10. vasos umbilicales



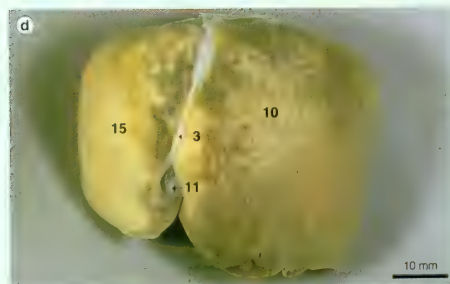
**50a y 50b.** Estado 19 (días 47-48). Trayecto de una arteria umbilical en el cordón umbilical. 20 mm de longitud CR.



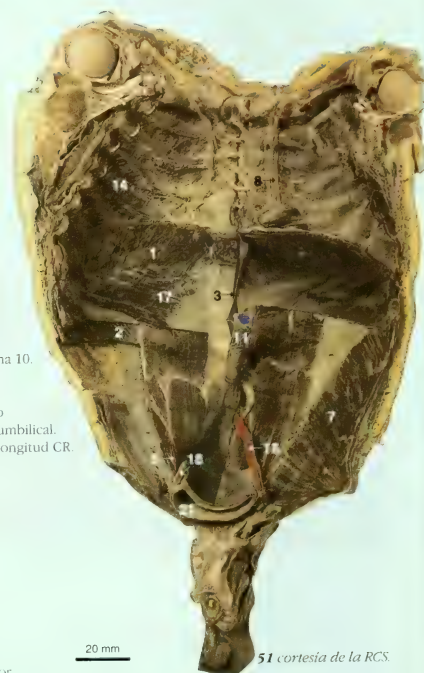
**50b.** El mismo embrión de la figura 50a, pero con el cordón umbilical totalmente disecado. 20 mm de longitud CR.



**50c.** Semana 10. Vista desde la derecha del trayecto de la vena umbilical. 56 mm de longitud CR.



**50d.** Semana 13. Vista anterior del hígado. 92 mm de longitud CR ♀.



**51.** Paredes anteriores del tórax y del abdomen de un feto a término. Vista posterior. Se ha resecado el peritoneo y partes de músculos y de la vaina aponeurótica de los músculos rectos mayores del abdomen.

51 cortesía de la RCS

# Desarrollo de la cabeza y del cuello

## Encéfalo

El primer rudimento del sistema nervioso es la placa neural ectodérmica que aparece en la línea media (semana 3). Los pliegues neurales se elevan y se fusionan para formar un tubo que comienza en la unión entre el encéfalo y la médula espinal. La fusión progresa tanto caudal como cranealmente, dejando ambos extremos abiertos: los neuroporos rostral (anterior) y caudal (posterior). Finalmente éstos se cierran. Cuando el neuroporo anterior se cierra, la *lamina terminalis* forma el extremo cefálico del tubo neural. En esta fase (semana 4) se establece la división principal del sistema nervioso central: prosencéfalo (cerebro anterior), mesencéfalo (cerebro medio), rombencéfalo (cerebro posterior) y médula espinal. La cúpula óptica es una dilatación del prosencéfalo. En la 5.ª semana el prosencéfalo se divide en el telencéfalo, parte rostral precursora de los hemisferios cerebrales, y en el prosencéfalo caudal, llamado diencéfalo. El mesencéfalo se mantiene como en el principio, pero el rombencéfalo forma dos regiones: el metencéfalo y el mielencéfalo.

## CAVIDADES DEL ENCÉFALO

A partir del telencéfalo se desarrollan un par de vesículas cerebrales. En el interior de cada hemisferio cerebral hay un espacio hueco, llamado ventrículo lateral, que se continúa con el tercer ventrículo (la cavidad prosencefálica primitiva) mediante el agujero interventricular. El tercer ventrículo se continúa con la estrecha luz del mesencéfalo, el acueducto cerebral de Silvio, que conecta con la luz del rombencéfalo (cuarto ventrículo) a través de una constricción, el istmo. El cuarto ventrículo, en forma de rombo, se une con el canal central de la médula sin un límite preciso.

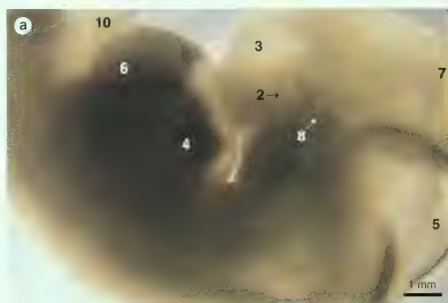
## PLIEGUES

En el encéfalo se forman tres pliegues debido al crecimiento desigual de sus partes. El primero, el pliegue mesencefálico, aparece durante la 4.ª semana cuando el prosencéfalo se curva ventralmente. El segundo pliegue, pliegue cervical o nual, se forma entre el rombencéfalo y la médula espinal. Esta acodadura se suaviza y, finalmente, acaba desapareciendo después que la cabeza se extiende durante la 8.ª semana (v. «Cuello»).

El tercer pliegue, llamado pontino, se forma en la región de la protuberancia anular o puente (semana 5). Este pliegue, a diferencia de los otros dos, no altera visiblemente el contorno de la cabeza. No obstante, provoca un desplazamiento y adelgazamiento de las paredes laterales, por lo que el techo adquiere una forma de rombo como un diamante. El pliegue divide el rombencéfalo en metencéfalo y mielencéfalo. Las láminas alar y basal se sitúan en el suelo del rombencéfalo estando separadas entre sí por el *sulcus limitans*.

## CAPAS DEL CEREBRO

Inicialmente, tanto el encéfalo como la médula espinal están compuestos por las mismas tres capas: endodermia, del manto y marginal. En el cerebro se forma una cuarta capa, cuando las células de la capa del manto emigran a través de la zona marginal, hacia el exterior, y forman la corteza cerebral. En consecuencia, la materia gris (corteza) del cerebro se encuentra en su zona externa. En la corteza se localizan los cuerpos de las neuronas, y los axones de éstas se proyectan hacia el centro. En la médula espinal sucede al contrario, los axones se disponen periféricamente.

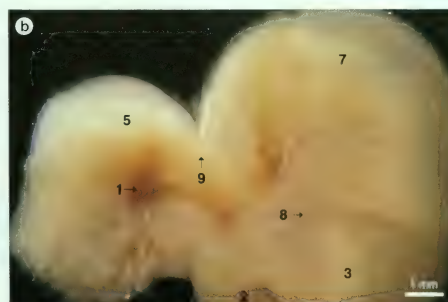


52a y 52b. Pliegues del encéfalo

52a. Estadio 17 (día 41). 12 mm de longitud CR.

52b. Estadio 19 (días 47-48). El techo del rombencéfalo ha sido resecado 20 mm de longitud CR.

1. pliegue cervical
2. ojo
3. prosencefalo
4. corazón
5. rombencéfalo
6. prominencia hepática
7. mesencéfalo
8. pliegue mesencefálico
9. pliegue pontino
10. *caudal fin*





## PROSENCEFALO (CEREBRO ANTERIOR)

El prosencéfalo tiene dos expansiones laterales: las vesículas cerebrales o telencefálicas. Las cavidades de estas vesículas son los ventrículos laterales que se continúan con el tercer ventrículo. El telencéfalo representa el prosencéfalo rostral y forma los hemisferios cerebrales. El diencéfalo es la parte posterior del prosencéfalo. El volumen del tercer ventrículo se reduce como consecuencia de tres prominencias de sus paredes laterales: el epitálamo, el tálamo y el hipotálamo. Las dos expansiones talámicas se fusionan habitualmente en la línea media. Los dos tubérculos mamilares se forman en la superficie ventral del hipotálamo. La glándula pineal aparece como un divertículo en la línea media del techo del diencéfalo.

### Telencéfalo

Las vesículas cerebrales están, en un principio, ampliamente comunicadas con el tercer ventrículo mediante los agujeros interventriculares, que más tarde se verán estrechados. Las paredes mediales de las vesículas cerebrales se vuelven muy finas y están atravesadas por la piamadre vascular para formar los plexos coroideos en este lugar (cisura coroidea). Los dos hemisferios cerebrales se expansionan a modo de grandes globos y cubren el diencéfalo, el mesencéfalo y, por último, el rombencéfalo. Como los hemisferios cerebrales se aproximan en la línea media, se aplanan y atrapan mesodermo que forma la hoz del cerebro. El extremo inferior del hemisferio gira ventralmente y después cranealmente, ocultando la ínsula y formando el lóbulo temporal, contiguo al surco lateral (cisura de Silvio). De este modo, el hemisferio cerebral adquiere una forma de «C». La cisura coroidea sigue su línea de crecimiento.

En el suelo de cada hemisferio se desarrolla el cuerpo estriado, que se divide en los núcleos caudado y lenticular (semana 6) por las fibras procedentes de la corteza cerebral. El trayecto de estas fibras (cápsula interna) tiene forma de «C».

Mientras los hemisferios crecen, varios grupos de fibras (o comisuras) conectan entre sí las áreas de ambos hemisferios; éstas son la comisura anterior, la comisura hipocámpal (*fornix*), el cuerpo calloso y el quiasma óptico.

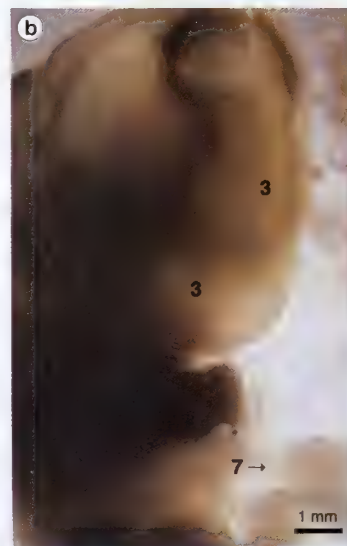
La superficie de los hemisferios cerebrales es lisa hasta que en las semanas 25 y 26 se desarrollan los surcos y las circunvoluciones, aumentando de volumen el cerebro.

**53a-53c.** Estadios 16-17 (días 37-41). Desarrollo del prosencéfalo. 12 mm de longitud CR.

1. arco branquial
2. ojo
3. prosencéfalo
4. rombencéfalo
5. sombra del hígado
6. mesencéfalo
7. cordón umbilical



**53a.** Vista lateral izquierda. Obsérvese la forma de diamante del rombencéfalo y las vesículas laterales (telencefálicas) del prosencéfalo.



**53b.** Vista lateral derecha por transiluminación del mismo embrión de la figura 53a.

**53c.** Vista lateral derecha del mismo embrión de la figura 53a.



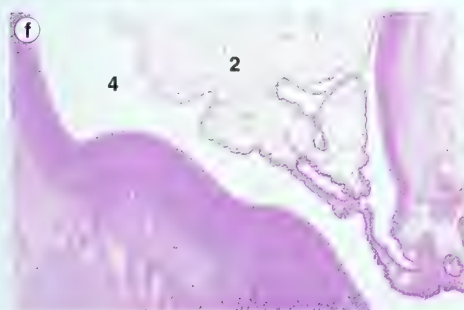
**53d.** Estadio 17 (día 41). Vista lateral de las vesículas encefálicas en desarrollo. 14 mm de longitud CR.





1. prominencia antenoidea
2. plexo coroideo
3. corazón
4. ventrículo lateral
5. aurícula izquierda
6. proceso maxilar
7. proceso nasal medial
8. aleta nasal
9. fosita olfatoria
10. faringe
11. vena cardinal anterior
12. laringe primitiva
13. aurícula derecha
14. médula espinal
15. telencefalo
16. tercer ventrículo
17. tronco arterioso

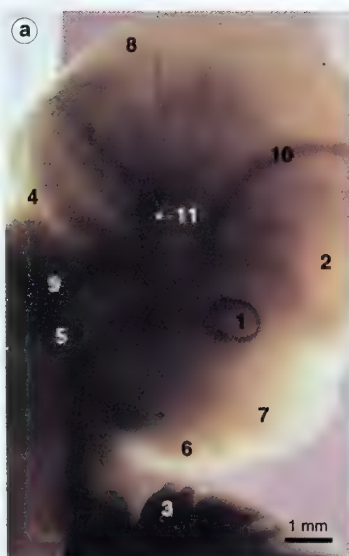
**53e** cortesía de la CCHMS



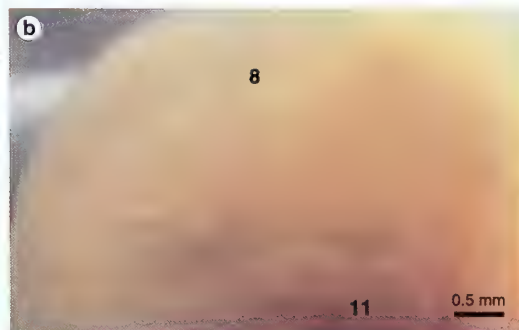
**53e.** Estadios 15-16 (días 33-37). El telencefalo en una sección transversal de un embrión incluido en parafina 10 mm de longitud CR

**53f.** Semana 8. Sección coronal de los hemisferios cerebrales y del plexo coroideo de los ventrículos laterales 10 mm de longitud CR

**53f** cortesía de la SI T.



**54a y 54b.** Estadio 19 (días 47-48). Irrigación del encéfalo en desarrollo. **54b.** Ampliación del mesencéfalo de **54a**. 20 mm de longitud CR.



1. ojo
2. prosencéfalo
3. corazón
4. rombencéfalo
5. vena yugular interna
6. mandíbula
7. maxilar
8. mesencéfalo
9. seno sigmoideo
10. seno sagital superior
11. seno transversal

**55a-55f.** Desarrollo y crecimiento relativamente rápido de los hemisferios cerebrales, comparado con el mesencéfalo, y el desarrollo de las circunvoluciones. Obsérvese el surco central (cisura de Rolando).



**55a.** Semana 8. 34 mm de longitud CR.

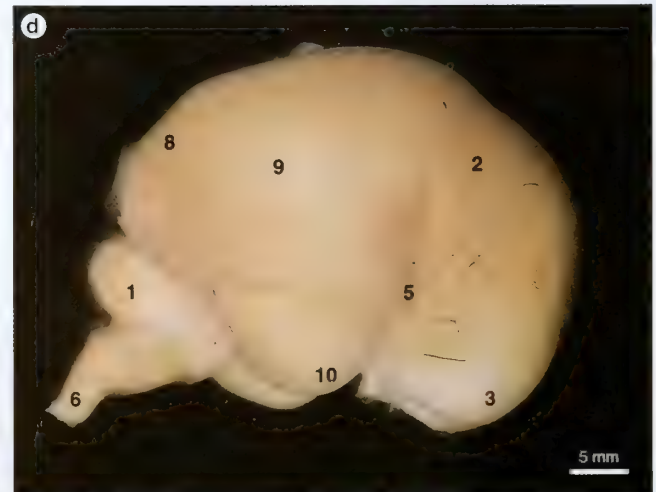


**55b.** Semana 8. 40 mm de longitud CR.

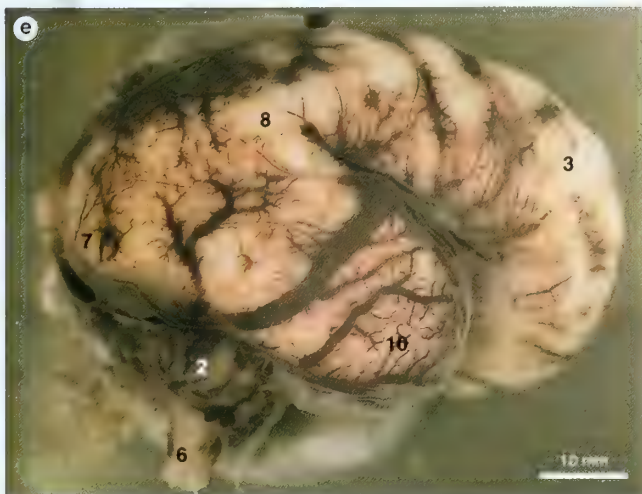
1. cerebelo
2. hemisferios cerebrales (telencéfalo)
3. lóbulo frontal
4. insula
5. surco lateral (cisura de Silvio)
6. médula espinal
7. mesencéfalo
8. lóbulo occipital
9. lóbulo parietal
10. lóbulo temporal

**55c.** Semana 10. 57 mm de longitud CR ♂.

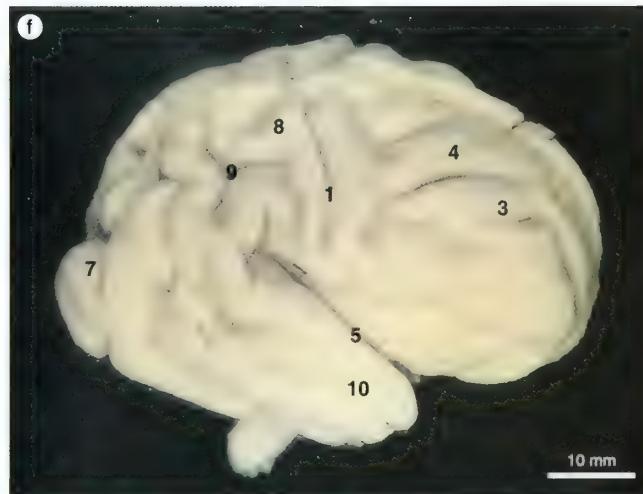
**55d.** Semana 13. 101 mm de longitud CR ♀.







**55e.** Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂.



**55f.** Semana 28.

*55f* cortesía de la RFHSM

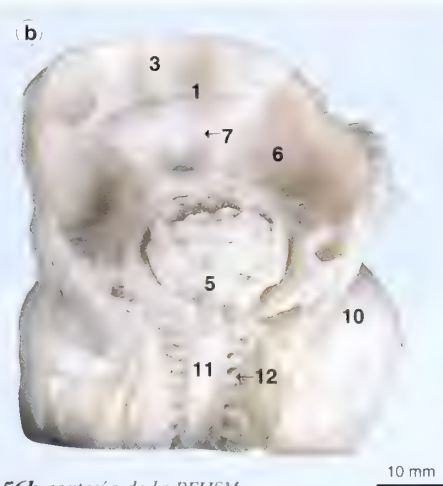
1. surco central
2. cerebelo
3. hemisferios cerebrales (telencéfalo)
4. circunvoluciones
5. surco lateral (cisura de Silvio)
6. médula espinal
7. lóbulo occipital
8. lóbulo parietal
9. surcos
10. lóbulo temporal

**56a y 56b.** La cavidad craneal.

**56a.** Semana 13. Vista superior. Obsérvese la falta de seno frontal. 101 mm de longitud CR ♀.

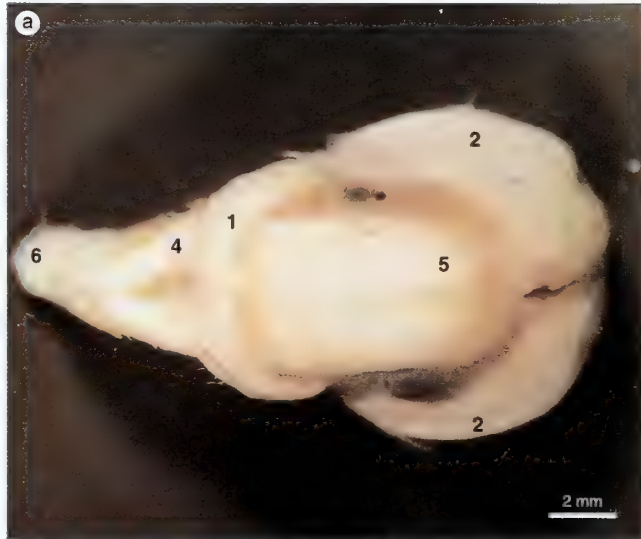
**56b.** Semana 24. Vista posterior de la cavidad craneal

1. fosa craneal anterior
2. lámina cribosa del etmoides y restos del bulbo olfatorio
3. apófisis *crista galli*
4. mano
5. médula espinal
6. fosa craneal media
7. conducto óptico
8. fosa craneal posterior
9. silla turca (fosa hipofisaria con la hipófisis)
10. hombro
11. médula espinal
12. ganglio espinal



*56b* cortesía de la RFHSM

**57a-57d.** Hemisferios cerebrales cubriendo el mesencéfalo  
Vista desde arriba (cara superior o craneal).



**57a.** Semana 8. 34 mm de longitud CR.

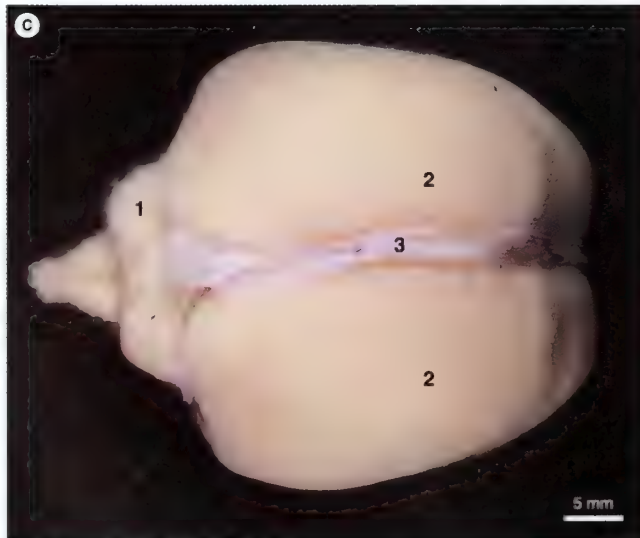


**57b.** Semana 10. 57 mm de longitud CR ♂.

- 1. cerebro
- 2. hemisferios cerebrales
- 3. hoz del cerebro
- 4. rombencéfalo
- 5. mesencefalo
- 6. médula espinal

**57c.** Semana 13. Obsérvese la superficie lisa de los hemisferios cerebrales. 101 mm de longitud CR ♀.

**57d.** Semana 18. En este feto los vasos sanguíneos están elongados. 152 mm de longitud CR ♂.

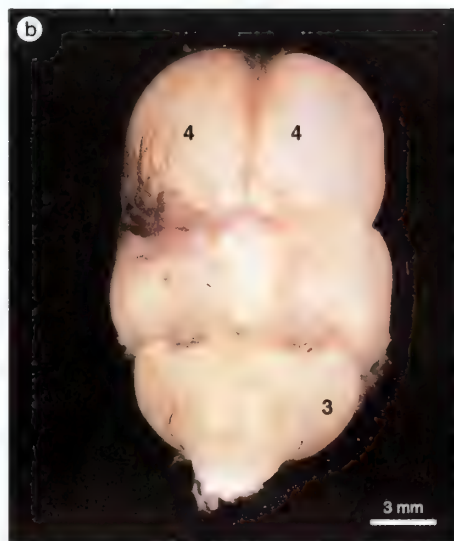


**58a-58d.** El encéfalo fetal de varios estadios de desarrollo visto desde abajo

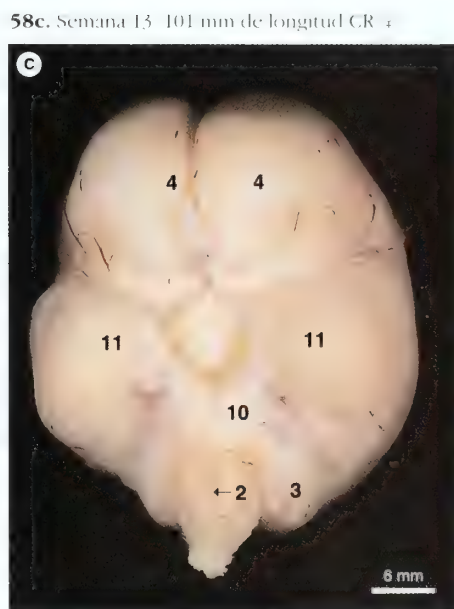
1. arteria cerebral anterior
2. arteria basilar
3. cerebelo
4. lóbulo frontal
5. arteria carótida interna
6. médula espinal
7. bulbo olfatorio
8. quiasma óptico
9. infundíbulo hipofisario (cortado)
10. protuberancia anular
11. lóbulo temporal



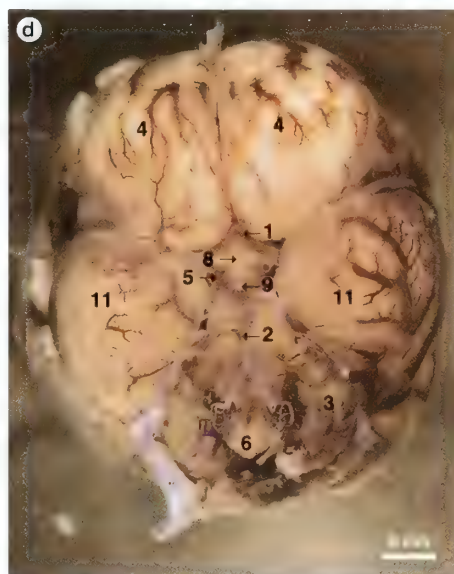
**58a.** Semana 8 - 34 mm de longitud CR



**58b.** Semana 10 - 57 mm de longitud CR



**58c.** Semana 13 - 101 mm de longitud CR

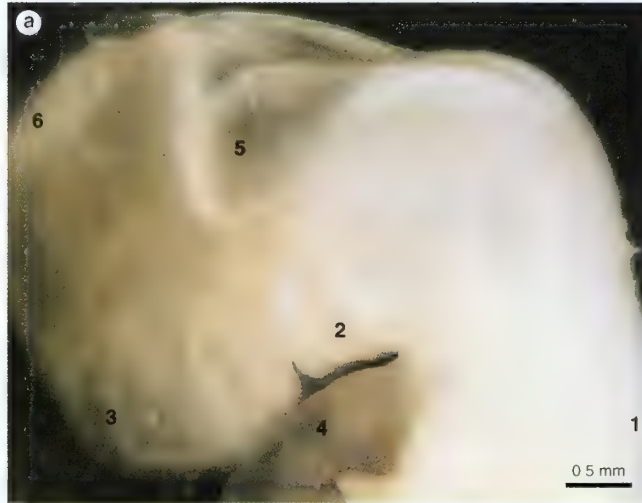


**58d.** Semana 18 - 152 mm de longitud CR

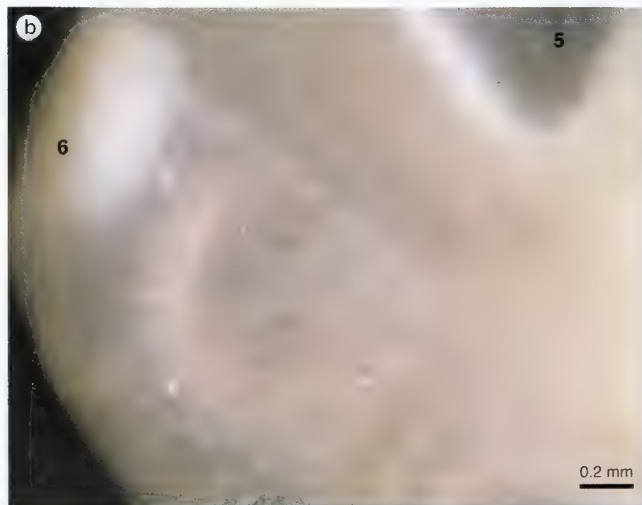


**59a y 59b.** Estadio 17 (día 41).  
El mesencéfalo de un embrión  
de 12 mm de longitud CR.

1. espalda
2. arcos branquiales
3. prosencéfalo
4. corazón
5. rombencéfalo (techo)
6. mesencéfalo



**59a.** Vista desde la izquierda.

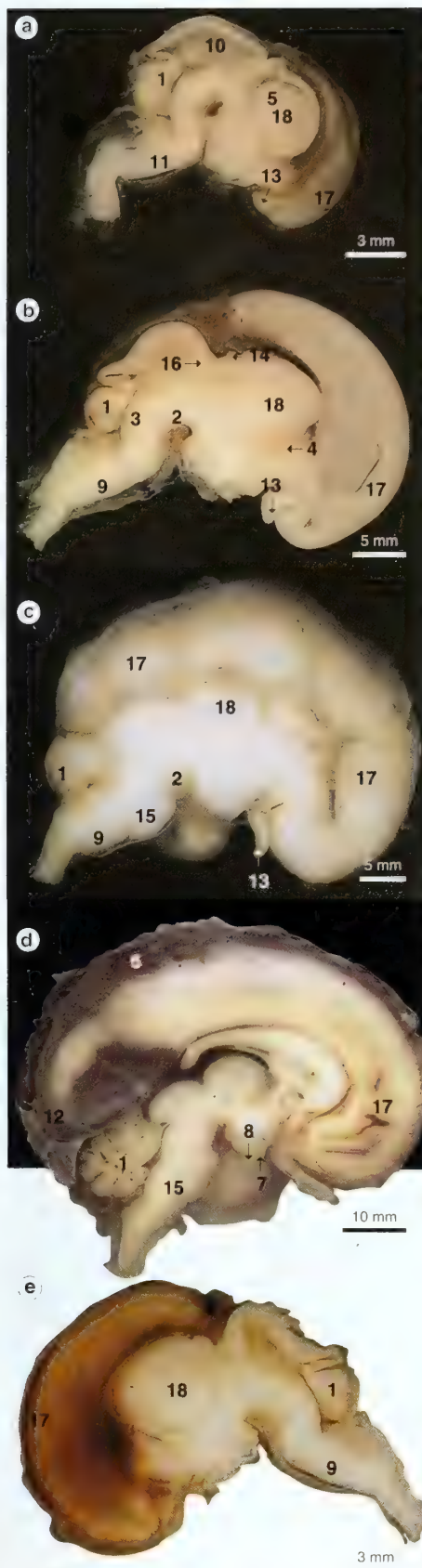


**59b.** Ampliación del mesencéfalo de la figura 59a.

## MESENCEFALO (CEREBRO MEDIO)

El mesencéfalo es más prominente en el pliegue mesencefálico. En su porción caudal se estrecha en el istmo. En la parte rostral, su amplia luz constituye el mesocele, y su cubierta el techo liso. El mesocele une el tercer y cuarto ventrículos. Las paredes laterales se dividen en las láminas dorsal (o alar) y ventral (o basal).

Cuando en el techo del mesencéfalo se desarrollan los tubérculos cuadrigéminos, a partir de los neuroblastos de la lámina alar, el mesocele se estrecha y queda reducido a un estrecho canal, denominado el acueducto cerebral de Silvio. Las paredes se engrosan lateral y ventralmente por la formación del núcleo rojo, de los núcleos de los nervios craneales III y IV y del núcleo reticular. Los pedúnculos cerebrales y la sustancia negra también reducen la luz del acueducto.



**60a-60e.** Hemisección (sección sagital) del encéfalo en desarrollo para ilustrar la secuencia de cambios internos.

**60a.** Semana 8, 34 mm de longitud CR.

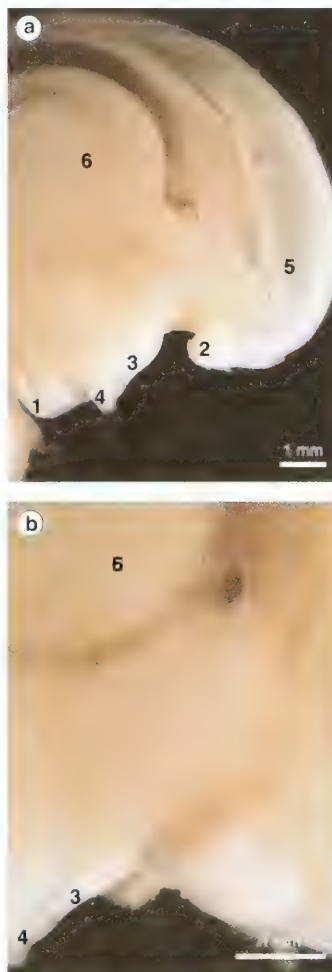
**60b.** Semana 10. Mitad izquierda del encéfalo. 57 mm de longitud CR.

1. cerebelo
2. pedúnculos cerebrales
3. lámina cuadrigémina
4. cuerpo estriado
5. diencefalo
6. hoz del cerebro
7. hipófisis
8. cuerpo mamilar
9. bulbo raquídeo
10. mesencéfalo
11. mielencéfalo
12. lóbulo occipital
13. bulbo olfatorio
14. cuerpo (glándula) pineal
15. protuberancia anular
16. comisura posterior
17. telencéfalo
18. tálamo

**60c.** Semana 13. Mitad izquierda del encéfalo. 101 mm de longitud CR ♀.

**60d.** Semana 18. Mitad izquierda del encéfalo. 152 mm de longitud CR ♂.

**60e.** El lado derecho del encéfalo del espécimen de la figura 60b. La hoz del cerebro se ha mantenido *in situ*.



**61a-61b.** Semana 8. Ampliación de la hemisección del encéfalo de la figura 60b. 34 mm de longitud CR.

1. cuerpo mamilar
2. bulbo olfatorio
3. nervio óptico
4. hipofisis
5. telencéfalo
6. tálamo



**62.** Estadio 16 (día 37). Se observan las rombómeras.

1. arco branquial
2. rombencéfalo
3. rombómera

## ROMBENCÉFALO (CEREBRO POSTERIOR)

El rombencéfalo se continua con la médula espinal. El pliegue pontino divide el rombencéfalo en dos partes: metencéfalo (cefálicamente) y mielencéfalo (caudalmente). El techo es muy delgado y el suelo está organizado en una serie de ondulaciones (neurómeras), que más tarde desaparecen. Su cavidad forma el cuarto ventrículo y el canal central de la parte inferior del bulbo raquídeo. El otocisto (vesícula ótica) se sitúa caudal a la parte más amplia del rombencéfalo. El istmo (del mesencéfalo) forma el velo medular anterior, los pedúnculos cerebelosos superiores y la parte craneal del cuarto ventrículo.

El techo del metencéfalo se engrosa para formar el cerebelo, y de su suelo se forma la protuberancia anular. La porción media del cuarto ventrículo es de origen metencefálico.

El suelo del mesencéfalo da lugar al bulbo raquídeo y, en las semanas 14-17, se forman los fascículos piramidales a consecuencia del crecimiento descendente, desde el telencéfalo, de las fibras corticospinales. Su luz es la parte caudal del cuarto ventrículo. Las láminas alar y basal se ven claramente separadas por el surco limitante.

El plexo coroideo se invagina en el techo. A consecuencia de la producción de líquido cefalorraquídeo (LCR) por los plexos coroideos, aumenta la presión en el cuarto ventrículo y se forman tres agujeros en su fino techo: el orificio medio de Magendie y dos laterales, los orificios de Luschka. Estos agujeros permiten al LCR desembocar en el espacio subaracnoideo.

- Si por alguna infección intrauterina se bloquean con tejido cicatricial los orificios de Magendie o de Luschka, el LCR no puede desembocar y, como resultado, aparece una hidrocefalia congénita.

### Nervios craneales

Los nervios olfatorio (I) y óptico (II) tienen un origen atípico, pues son extensiones del encéfalo. Los restantes nervios craneales pueden dividirse en dos tipos: con ganglios, poseyendo algún componente sensitivo y/o vegetativo (V, VII, IX y X) y sin ganglios. Los ganglios sensitivos y vegetativos de los nervios craneales proceden de la cresta neural, como la raíz dorsal de los nervios espinales o los ganglios simpáticos.

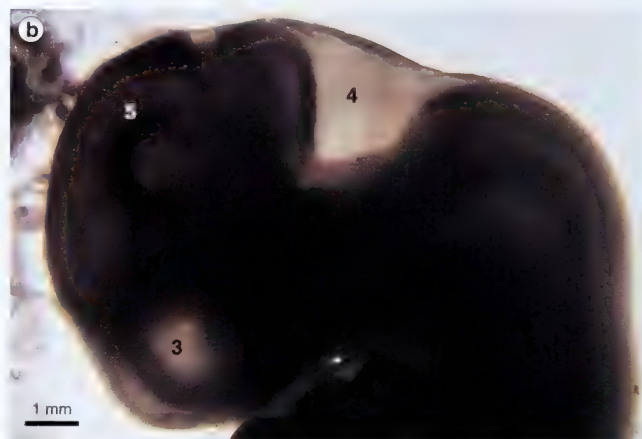
El resto de los nervios craneales no tienen ganglios ni fibras sensitivas o vegetativas.

Por lo tanto, los nervios craneales pueden ser sensitivos, motores o mixtos, mientras que los nervios espinales son mixtos.

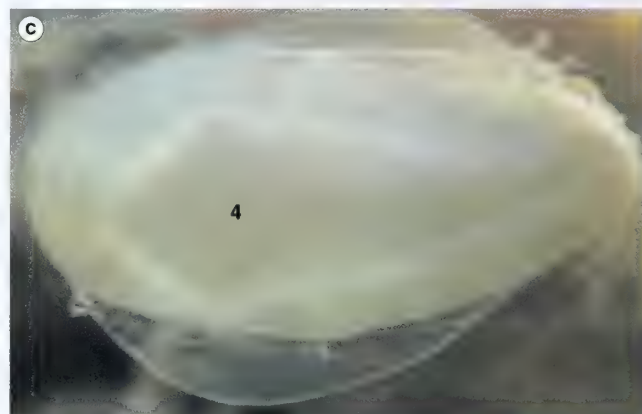
63a-63c. Estadio 17 (día 41). El rombencéfalo: 12 mm de longitud LCR



63a. Vista izquierda y superior.



63b. El mismo embrión que en 63a, visto por transiluminación.



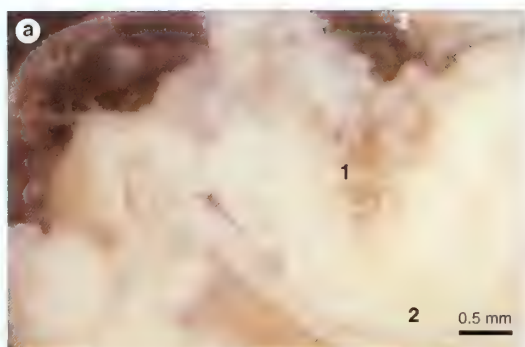
63c. Vista superior.

1. arco branquial
2. ojo (izquierdo)
3. prosencefalo
4. rombencéfalo
5. mesencefalo

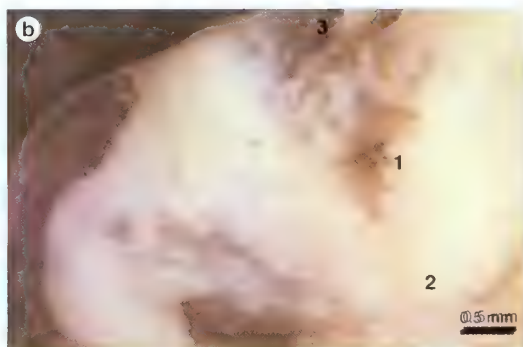


**64a y 64b.** Estadio 18 (días 41-44). El rombencéfalo visto en sección sagital. 1 mm de longitud CR.

- 1. neurómeros
- 2. pliegue pontino
- 3. lámina del techo



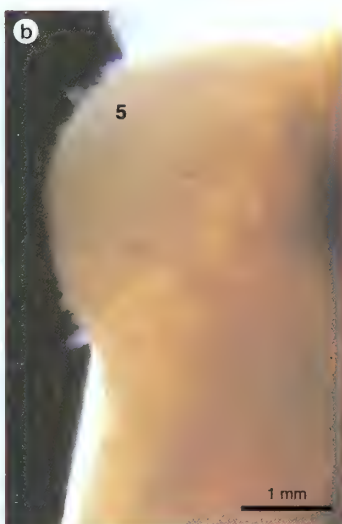
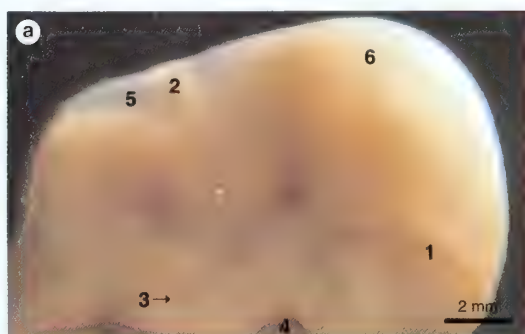
**64a.** Lado derecho del rombencéfalo.



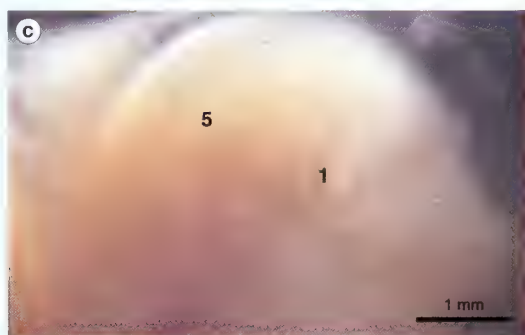
**64b.** Lado izquierdo del rombencéfalo.

**65a-65c.** Estadio 19 (días 47-48). El mesencéfalo y el rombencéfalo vistos desde la derecha. 20 mm de longitud CR.

- 1. vasos sanguíneos
- 2. plexo coroideo
- 3. oído
- 4. ojo (derecho)
- 5. rombencéfalo
- 6. mesencéfalo



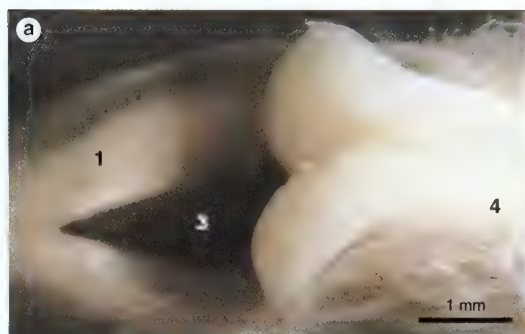
**65b.** Ampliación del rombencéfalo (bulbo raquídeo) de la figura 65a.



**65c.** Ampliación del rombencéfalo (cerebelo) de la figura 65a visto desde la izquierda.

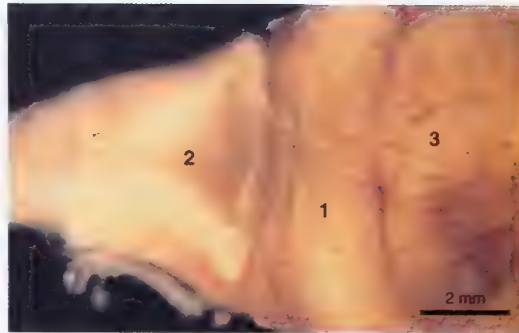
**66a y 66b.** Estadio 19 (días 47-48). Rombencéfalo visto desde arriba. Se ha resecado el ectodermo y la lámina del techo. 20 mm de longitud CR.

- 1. cerebelo
- 2. entrada al acueducto mesencefálico (de Silvio)
- 3. cuarto ventrículo
- 4. bulbo raquídeo



### Cerebelo

El cerebelo se desarrolla como prominencias formadas por células del labio rómbico y de la parte dorsal de la lámina alar del metencéfalo. Al principio (estadios 15-16, días 34-36), dichas prominencias protruyen en el interior del cuarto ventrículo, se unen en la línea media, se extienden externamente a expensas de la porción interventricular y cubren la mitad ventral del cuarto ventrículo. De este modo, cubren la protuberancia anular y el bulbo raquídeo en la semana 12. En la cara dorsal aparecen los surcos transversos (semana 13) y el lóbulo floculonodular se separa del resto del cerebelo.



67. Semana 10. El rombencéfalo y el cerebelo en desarrollo. 57 mm de longitud CR ♀

1. cerebelo
2. cuarto ventrículo con el techo extraído
3. mesencéfalo



68. Semana 15. El cerebelo. 123 mm de longitud CR ♀.

1. hemisferio cerebeloso
2. colículo facial (eminencia feres)
3. culmen
4. flóculo
5. lobulillo del vermis
6. bulbo raquídeo
7. mesencéfalo

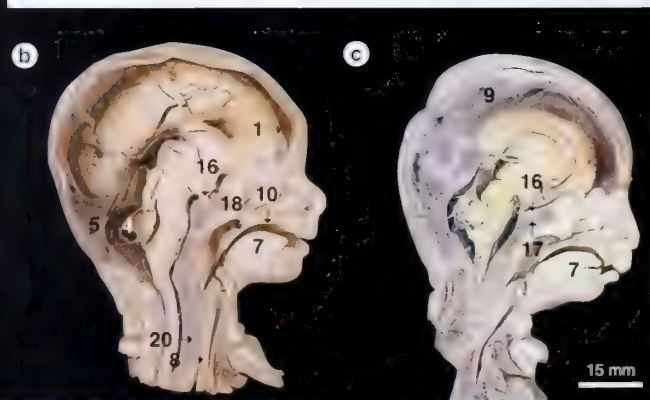


69a-69f. Vista de la sección sagital del encéfalo en desarrollo.

69a. Semana 16.

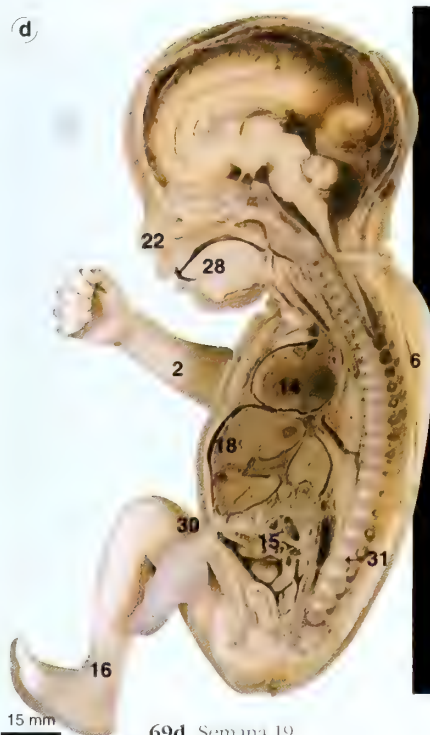
69b. Semana 18.

69c. Semana 19.

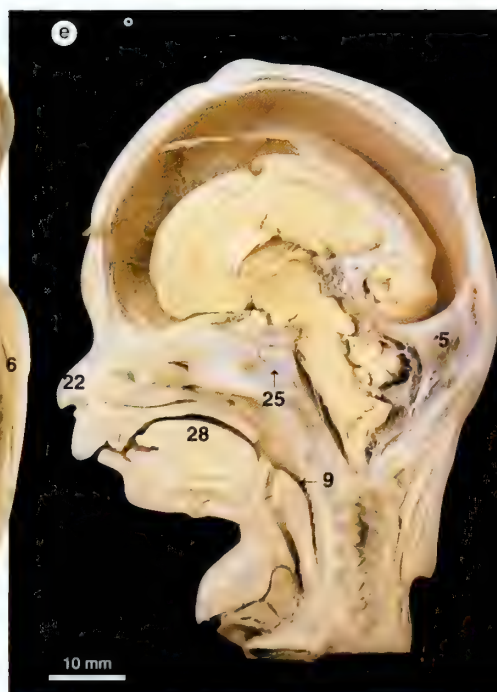


1. fosa craneal anterior
2. miembro superior
3. cuerpo de la mandíbula
4. fosa cerebelosa
5. confluyente sinusal
6. dorsal
7. dorso de la lengua
8. esófago
9. hoz del cerebro
10. paladar duro
11. corazón
12. intestinos
13. miembro inferior
14. hígado
15. nariz
16. hipófisis
17. silla turca
18. paladar blando
19. ventral
20. vértebras

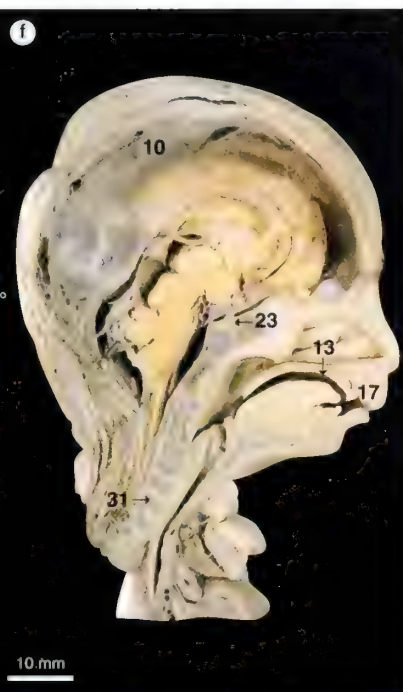




69d. Semana 19



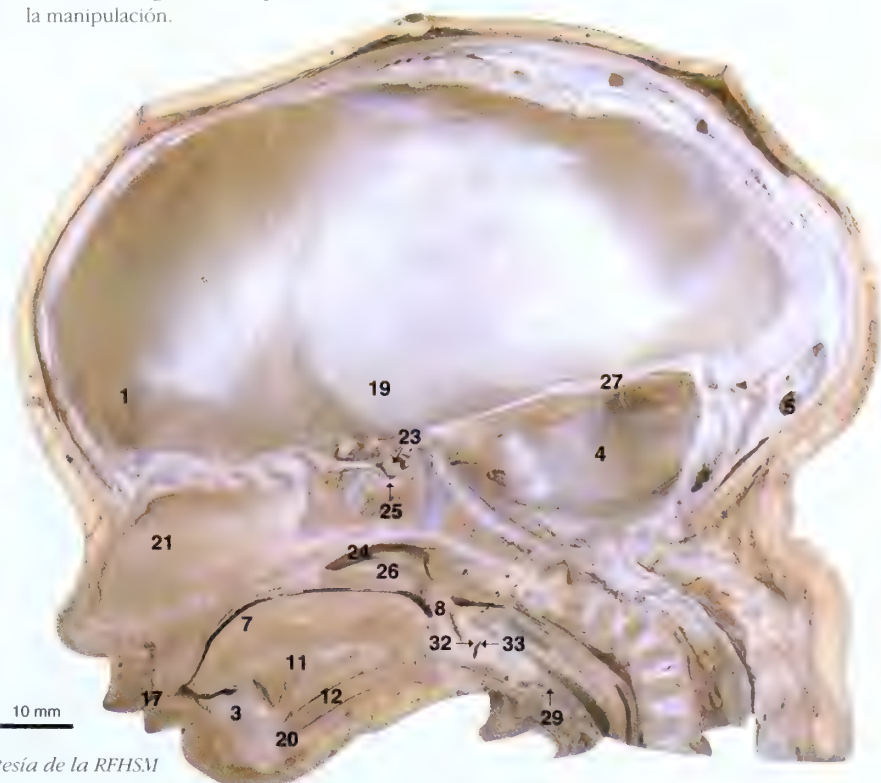
69e. Semana 19



69f. Ampliacion de la figura 69e.

1. fosa craneal anterior
2. miembro superior
3. cuerpo de la mandibula
4. fosa cerebelosa
5. confluyente sinusal
6. dorsal
7. dorso de la lengua
8. epiglotis
9. esófago
10. hoz del cerebro
11. músculo geniogloso
12. músculo genihiioideo
13. paladar duro
14. corazón
15. intestinos
16. miembro inferior
17. labio
18. hígado
19. fosa craneal media
20. músculo milohioideo
21. tabique nasal
22. nariz
23. hipófisis
24. abertura nasal posterior (coana)
25. silla turca
26. paladar blando
27. tienda del cerebelo
28. lengua
29. anillos traqueales
30. ventral
31. vértebras
32. cuerda vocal falsa
33. cuerda vocal verdadera

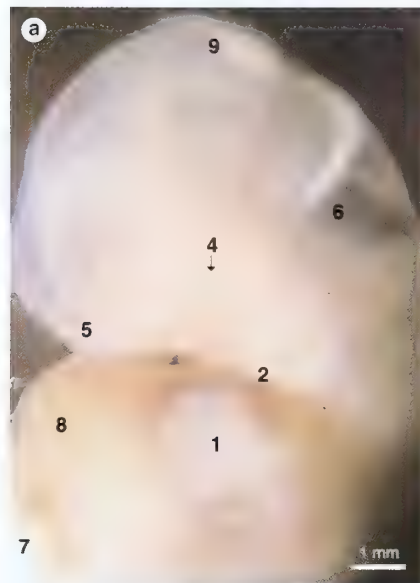
70. La cavidad craneal del neonato. El cráneo ha resultado ligeramente aplanado durante la manipulación.



70 cortesía de la RFHSM



71a-71g. Desarrollo del plexo coroideo desde el día 34 a la semana 9.



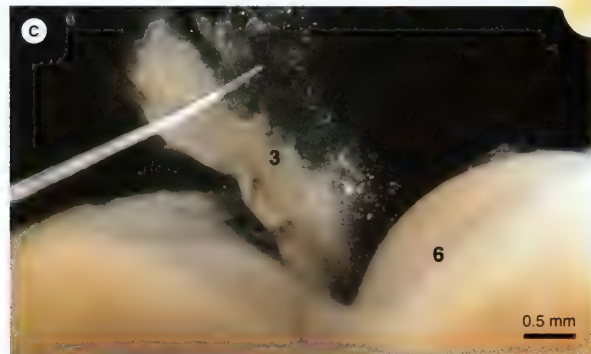
71a. Estadio 17 (día 41). La región rombencefálica. 12 mm de longitud CR.



71b y 71c. Estadio 19 (días 47-48).

71b. La región del rombencéfalo y el desarrollo del plexo coroideo del cuarto ventrículo. 20 mm de longitud CR.

71c. Ampliación de la figura 71b. La raíz del rombencéfalo ha sido desplazada.



## MENINGES

Las meninges se forman cuando el mesodermo que rodea el tubo neural se condensa para formar la meninge primitiva. La duramadre se forma a partir de la capa externa de la meninge primitiva, mientras que la capa interna (piaracnoides), en cuya formación interviene la cresta neural, se mantiene delgada. Estas capas se denominan leptomeninges y en su seno aparecen espacios llenos de líquido que confluyen entre sí formando el espacio subaracnoideo. El LCR embrionario empieza a formarse en la 5.ª semana.

## PLEXO COROIDEO

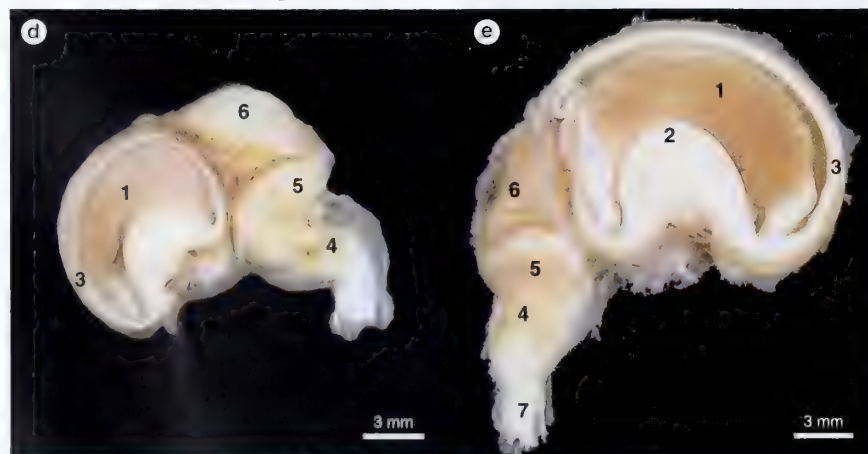
La piamadre y los vasos sanguíneos forman los plexos coroides de los ventrículos laterales, del tercer y cuarto ventrículos, al invaginarse en la delgada pared interna de los hemisferios y en los delgados surcos talámico y del rombencéfalo. En estos plexos se forma LCR.

1. esbozo del m. s.
2. arco branquial
3. plexo coroideo
4. ojo
5. prosencéfalo
6. rombencéfalo
7. esbozo del m. i.
8. pr. hepática
9. mesencéfalo

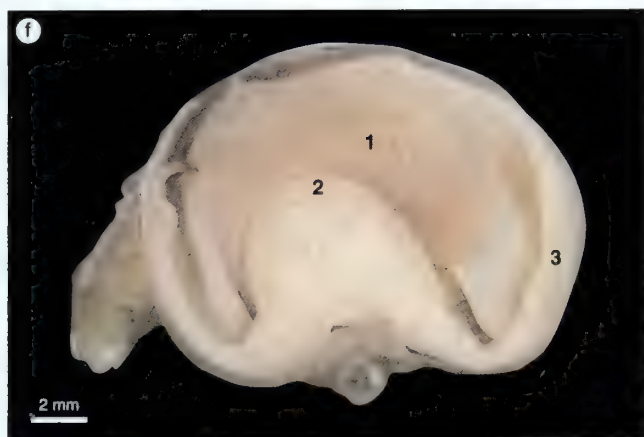
71d y 71e. El plexo coroideo de las vesículas cerebrales (telencefálicas) en desarrollo

71d. Semana 8. 34 mm de longitud CR.

71e. Semana 10. 57 mm de longitud CR ♂.

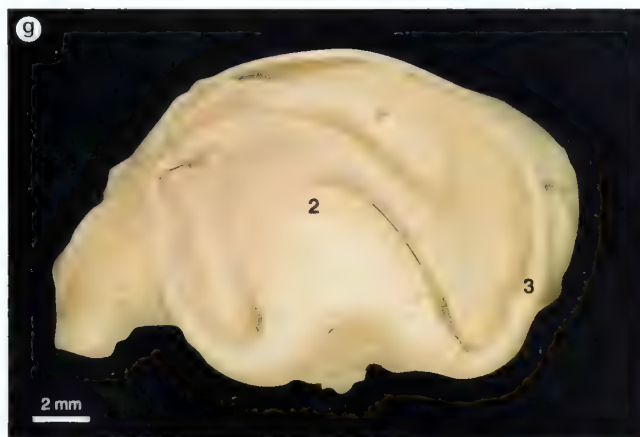


1. plexo coroideo
2. cuerpo estrnado
3. prosencéfalo
4. rombencéfalo
5. lóbulo lateral del cerebelo
6. mesencéfalo
7. médula espinal

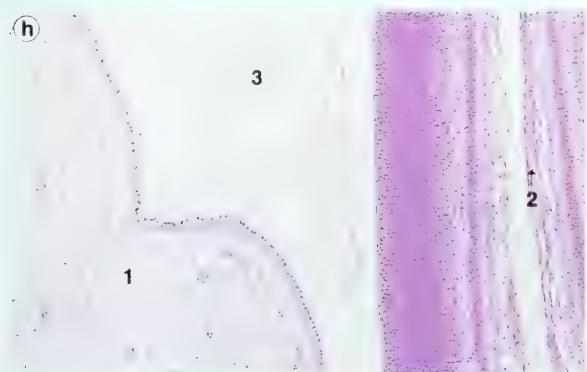


- 1. plexo coroideo
- 2. cuerpo estriado
- 3. prosencéfalo

**71f.** Semana 9. Fase más avanzada del desarrollo del plexo coroideo de las vesículas cerebrales (telencefálicas). 48 mm de longitud CR ♂



**71g.** Semana 9. Especimen de la figura 71f con el plexo coroideo resecado.



- 1. plexo coroideo
- 2. hoz de cerebro
- 3. ventrículo lateral

**71h.** Semana 8  
Sección coronal  
del plexo  
coroideo. 40 mm  
de longitud CR.

**71h** cortesía  
de la St T

**71h y 71i.** El plexo coroideo  
del ventrículo lateral

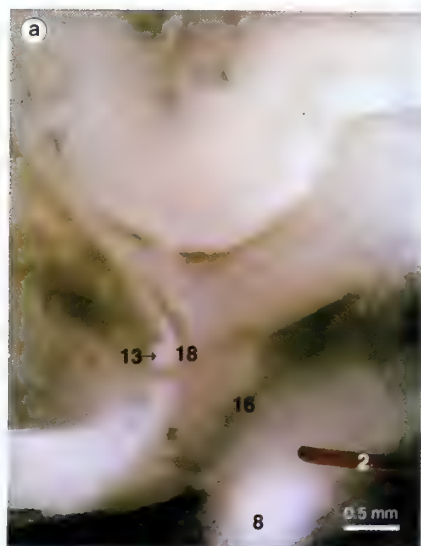


**71i.** Semana 20. Imagen ecográfica  
del plexo coroideo

- 1. plexo coroideo

**71i** cortesía de P Baines





**72a.** Estadios 16-18 (días 37-44). Neurohipófisis vista en una sección sagital. 14 mm de longitud CR.

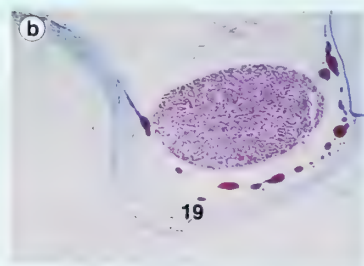
1. fosa craneal anterior
2. espina de cactus
3. fosa cerebelosa
4. epiglotis
5. paladar gluro
6. laringofaringe
7. mandíbula
8. proceso mandibular
9. maxilar
10. fosa craneal media
11. cornetes nasales
12. nasofaringe
13. neurohipófisis
14. nariz
15. orofaringe
16. faringe
17. hipófisis
18. bolsa de Rathke
19. silla turca
20. paladar blando
21. lengua
22. columna vertebral

## Glándula pituitaria (hipófisis)

La hipófisis tiene un doble origen: una parte, la adenohipófisis deriva de una evaginación del estomodeo ectodérmico (bolsa de Rathke), y la otra parte es un divertículo neuroectodérmico del diencefalo, llamado neurohipófisis. El tejido de la bolsa se extiende y finalmente se atrofia su conexión con la boca (semana 9). La bolsa de Rathke forma la *pars distalis*, *pars tuberalis* y la *pars intermedia*. La neurohipófisis y su cavidad forman la *pars nervosa*, el tallo infundibular y la eminencia media.

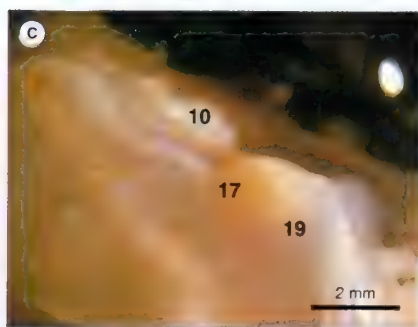
Durante las semanas 9-17 la hipófisis adquiere su forma e histología características.

En las semanas 13-14, en la hipófisis fetal se producen gonadotropinas. Entre las semanas 19-20 está presente la hormona del crecimiento.



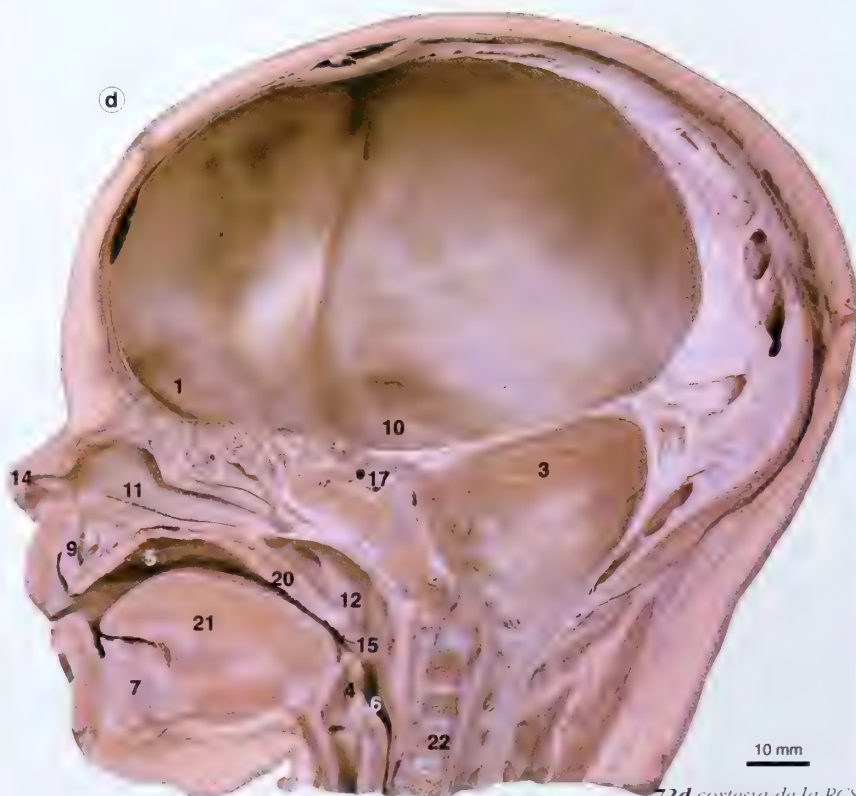
**72b.** Semana 8. Sección sagital de la glándula y fosa hipofisarias. 3 mm de longitud CR.

**72b** cortesía de la QUB



**72c.** Semana 13. La hipófisis en la silla turca. 95 mm de longitud CR.

**72d.** La hipófisis neonatal.



**72d** cortesía de la RCS



# Ojo

## DESARROLLO FACIAL

Los ojos se forman a cada lado de la cabeza. Después se desplazan medialmente (semanas 5-8) hacia la parte frontal de la cara, para permitir, más adelante, la visión binocular.

## FORMACIÓN DEL OJO

En la 4.<sup>a</sup> semana, aparecen en los pliegues neurales los surcos ópticos, que tras fusionarse los pliegues forman las vesículas ópticas.

Las vesículas ópticas son dos divertículos laterales del prosencéfalo, cuya luz, inicialmente, está en continuidad con la cavidad prosencefálica. La parte proximal se contrae para formar el pedículo óptico, mientras que la parte distal (vesícula óptica) forma la retina, parte del iris y el cuerpo ciliar. La vesícula óptica induce la formación de la placoda cristaliniana a partir del ectodermo cefálico y se invagina para formar la cúpula óptica. La invaginación continúa en la parte inferior del pedículo óptico (cisura óptica fetal o coroidea). Las dos capas de la cúpula óptica se superponen y juntas forman la retina. Mientras suceden estos cambios, la placoda cristaliniana penetra debajo del ectodermo, se separa de él y forma una vesícula cavitada.

El mesodermo vascular penetra por la cisura coroidea y los vasos sanguíneos se extienden desde la parte proximal a la distal de la cúpula óptica. En la 7.<sup>a</sup> semana la cisura coroidea se cierra y, por tanto, los vasos sanguíneos quedan incorporados en el interior del pedículo óptico.

Estos vasos forman la arteria y la vena hialoideas y discurren desde la cisura hasta el cristalino. En su parte distal degeneran y desaparecen después de la semana 31; proximalmente persisten como la arteria y vena centrales de la retina.

## CRISTALINO

El cristalino empieza como una vesícula hueca en la que las células de su pared posterior se hipertrofian y, finalmente, obliteran su cavidad. Las células de la pared anterior persisten como epitelio anterior cuboidal del cristalino. Las células hipertróficas forman fibras cristalinianas. Las células de la zona ecuatorial añaden nuevas fibras al cristalino maduro. La cápsula del cristalino se forma a partir de las células epiteliales subyacentes.

## RETINA

La retina se forma a partir de las dos capas yuxtapuestas de la cúpula óptica. La capa externa forma la capa pigmentada de la retina; la capa interna forma la retina neural. Ambas capas se fusionan, pero no de forma firme. La diferenciación está limitada únicamente a la parte caudal de la cúpula (*pars optica*), que forma tres capas: endimaria, del manto y marginal.

La capa endimaria da origen a los neuroblastos de la capa del manto, que se disponen en dos capas: una externa, que forma la capa de células bipolares y, probablemente, los bastones y conos, y una interna, que forma las células ganglionares de las que se origina el nervio óptico. Los axones del nervio óptico confluyen en la región de la futura papila óptica, donde cambian de dirección para crecer centripetamente en la zona marginal del pedículo óptico. Finalmente, la luz del pedículo óptico desaparece. De los espongoblastos de la cúpula óptica se origina la neuroglia de la retina (fibras de Muller).

El borde interno de la cúpula óptica no se diferencia de este modo. La capa interna no se estratifica y junto con la capa no estratificada de la cúpula externa forma, en primer lugar, la *pars caeca retinae*, y más tarde la *pars iridica retinae* adulta, y la *pars ciliaris retinae*, los componentes epiteliales posteriores del iris y del cuerpo ciliar.

## COROIDES, ESCLERÓTICA Y CÓRNEA

Del mesodermo que rodea la cúpula óptica se origina la coroides y la vaina externa (dural) del nervio óptico, la esclerótica y la *substantia propria corneae*. El epitelio escamoso estratificado de la córnea se forma a partir del ectodermo de superficie.

## IRIS

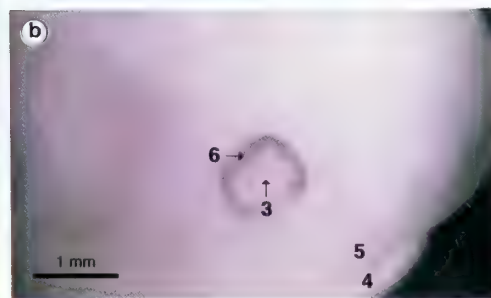
El mesodermo inmediatamente anterior al cristalino en desarrollo da origen a la membrana pupilar, cuya parte periférica junto con la *pars iridica retinae* forma el iris. Los músculos dilatador y constrictor de la pupila se diferencian *in situ*. El centro de la membrana pupilar degenera para formar la pupila.

La cámara anterior se forma en el mesodermo entre el cristalino y la *substantia propria* de la córnea. La cámara posterior es una extensión de la cámara anterior.



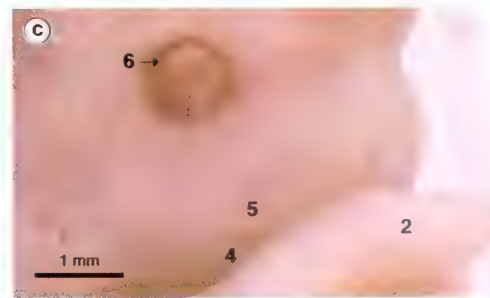
**73a-73i.** Desarrollo de los párpados desde el día 37 hasta la semana 15.

**73a.** Estadios 16-17 (días 37-41). Vista lateral. 12 mm de longitud CR.



**73b.** Estadios 17-18 (días 41-44). Vista lateral. 14 mm de longitud CR.

**73c.** Estadio 19 (días 47-48). Vista lateral. 20 mm de longitud CR.



1. encéfalo
2. mano
3. cristalino
4. mandíbula
5. maxilar
6. pigmento

## GLÁNDULAS LAGRIMALES

Durante la 8.<sup>a</sup> semana, los conductos y alvéolos lagrimales se forman a partir de la ramificación y canalización de esbozos ectodérmicos, procedentes del ectodermo de superficie. Las glándulas son pequeñas en el recién nacido, pero no son funcionales hasta la 6.<sup>a</sup> semana, de modo que un neonato llora sin lágrimas.

## CONDUCTO NASOLAGRIMAL

El conducto nasolagrimal se forma a partir de un cordón ectodérmico situado a lo largo de una línea donde se juntan el proceso nasal lateral y el proceso maxilar. Más tarde este cordón se canaliza.

## PÁRPADOS

Los párpados son pliegues de mesodermo cubiertos con ectodermo, que aparecen, en un principio, por arriba y por debajo de la placoda cristalina y que crecen el uno hacia el otro. Se fusionan en las semanas 9-10 y persisten unidos hasta las semanas 25-26. El pliegue mesodérmico da lugar a la placa tarsal y al tejido conectivo, mientras que la cubierta ectodérmica da origen a las glándulas tarsales y a las pestañas.

- La mielinización del nervio óptico se realiza principalmente en las tres primeras semanas después del nacimiento.
- Hay movimientos oculares lentos en la semana 14, y movimientos rápidos en la semana 21 y responde con parpadeo, ante un sobresalto, en las semanas 22-23.
- En la semana 30, puede apreciarse el reflejo pupilar a la luz

**73d.** Estadio 22 (día 54). Vista lateral. 25 mm de longitud CR.



**73e.** Estadio 22 (día 54). Vista lateral. 27 mm de longitud CR.



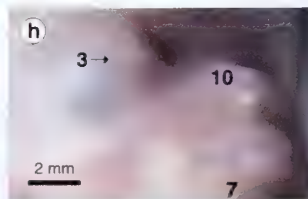
**73f.** Estadio 22 (día 54). Vista frontal y lateral. 27 mm de longitud CR



**73g.** Semana 9. Vista frontal. 46 mm de longitud CR.



**73h.** Semana 9. Vista frontal. 48 mm de longitud CR.

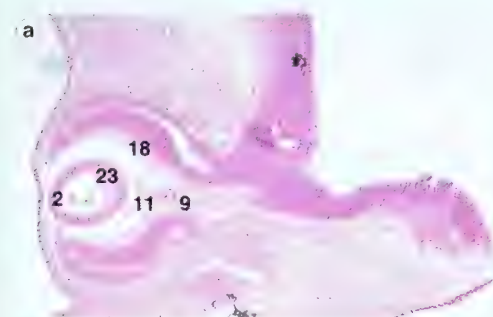


**73i.** Semana 15. Vista frontal. 130 mm de longitud CR ♀.

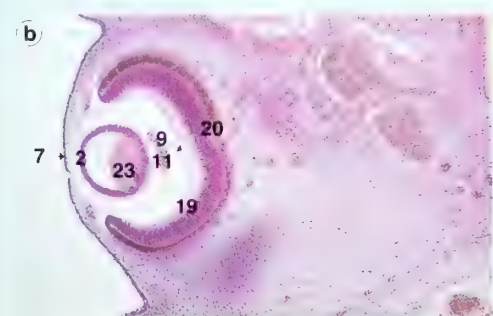


- |         |                        |                                   |              |                                  |              |
|---------|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
| 1. ojo  | 3. párpados fusionados | 5. ángulo lateral (borde externo) | 7. mandíbula | 9. ángulo medial (borde interno) | 11. pigmento |
| 2. oído | 4. maxilar             | 6. cristalino                     | 8. maxilar   | 10. nariz                        |              |

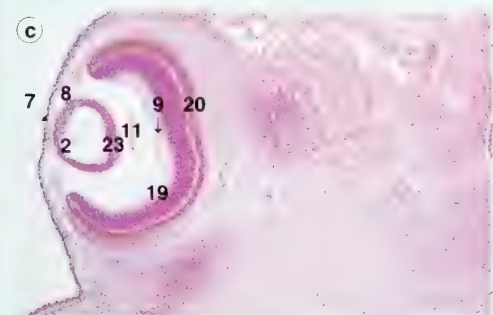
**74a-74f.** Secciones coronales del ojo en desarrollo desde los estadios 15-16 (días 33-37) hasta la semana 8.



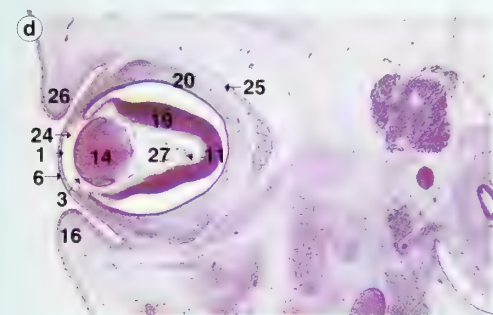
**74a.** Estadios 15-16 (días 33-37). 10 mm de longitud CR.



**74b.** Estadios 16-17 (días 37-41). 12 mm de longitud CR.

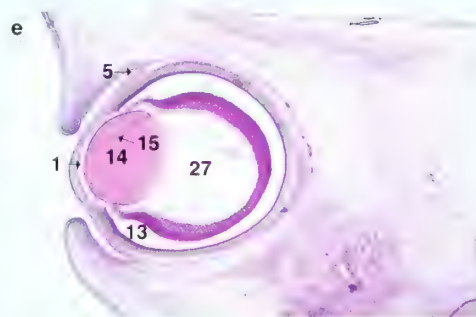


**74c.** Estadios 16-17 (días 37-41). El otro ojo del mismo embrión de la figura **74b**. 12 mm CR



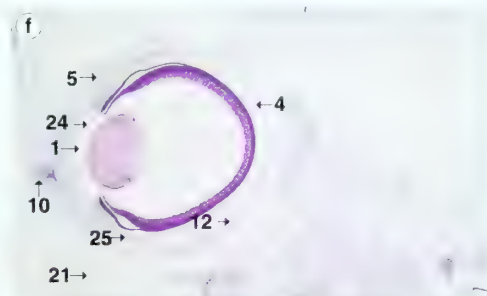
**74d.** Estadio 22 (día 54). 25 mm de longitud CR.

1. cámara anterior
2. células anteriores del cristalino
3. epitelio anterior del cristalino
4. coroides
5. saco conjuntival
6. córnea
7. ectodermo corneal
8. mesodermo corneal
9. cisura coroidea
10. párpados fusionados
11. arteria hialoidea
12. músculo recto inferior
13. espacio intrarretiniano
14. cristalino
15. fibras del cristalino
16. párpado inferior
17. núcleo
18. cúpula óptica
19. cúpula óptica: capa interna
20. cúpula óptica: capa externa
21. músculo orbicular de los párpados
22. capa pigmentaria de la retina
23. células posteriores del cristalino
24. membrana de la pupila
25. esclerótica
26. párpado superior
27. cuerpo vitreo

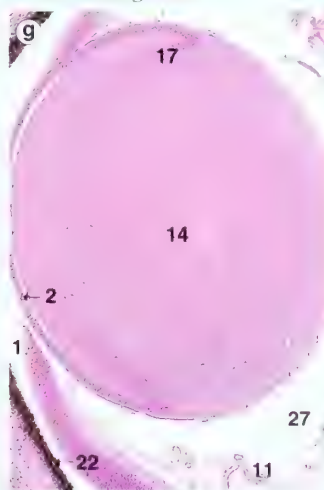


**74e.** Estadio 23 (días 56-57). La amplitud del espacio intrarretiniano es exagerada. 30 mm de longitud CR.

*74a-74f* cortesía de la CCHMS



**74f.** Semana 8. Los párpados están fusionados. 40 mm de longitud CR.



**74g.** Semana 8. El cristalino. 40 mm de longitud CR.

*74g* cortesía de la S.T.T



## Médula espinal

Las paredes del tubo neural están compuestas de neuroepitelio que forma tres regiones: la zona interna ventricular (capa endimaria), la zona intermedia (capa del manto) y otra zona externa (capa marginal). La capa endimaria es el origen de todas las neuronas y células de la macroglia de la médula espinal. Estas células se desplazan por la capa intermedia y se diferencian en neuroblastos y en células de sostén, formando así la sustancia gris. La capa del manto envía axones al interior de la capa marginal externa, los cuales forman la sustancia blanca de la médula espinal, que está compuesta sólo de fibras nerviosas aferentes y eferentes, sin cuerpos celulares.

Las células neuroepiteliales inicialmente forman neuroblastos, después glioblastos y, finalmente, se diferencian en células endimarias.

Al tiempo que las células neuroepiteliales proliferan y se diferencian, se engrosan las paredes laterales del tubo neural, y mientras se estrechan las placas del techo y del suelo y el canal central de la médula espinal. Cada pared lateral queda dividida en dos mitades por el *sulcus limitans*, las placas (láminas) dorsal o alar y ventral o basal. La placa alar y la cresta neural formarán el aparato sensitivo (asta dorsal o posterior) y sus estructuras asociadas, mientras que la placa basal formará el aparato motor (asta ventral o anterior). Los dos lados de la médula espinal están separados por el tabique medio posterior y por el surco y tabique medio anterior.

Se ha sugerido que las células de la microglia proceden del mesodermo circundante al tubo neural o posiblemente de los monocitos circulantes durante el período fetal.

### NERVIOS ESPINALES: RAÍZ DORSAL

Los ganglios de la raíz dorsal contienen las neuronas sensitivas primarias, formadas por agregados segmentarios de células de la cresta neural. La raíz dorsal se compone de las prolongaciones de estas células proyectadas periféricamente (hacia los receptores sensoriales) y centralmente en el asta dorsal.

### NERVIOS ESPINALES: RAÍZ VENTRAL

Los axones salen desde el asta ventral anterior de la sustancia gris hacia cada somita.

### CORDONES

La capa marginal se engrosa por el desarrollo de los fascículos de fibras nerviosas (cordones), que transcurren longitudinalmente. Los primeros en formarse son los cortos cordones intersegmentarios (fascículos propios), seguidos más tarde por los fascículos ascendentes y descendentes que conectan la médula espinal con el encéfalo.

### NIVELES DE LA MÉDULA ESPINAL

En la 8.<sup>a</sup> semana la médula espinal y sus nervios asociados están presentes a lo largo del embrión. Como la médula espinal crece más lentamente que la duramadre y la columna vertebral, el extremo caudal de la médula espinal va quedando en niveles vertebrales más altos. En la semana 24 el extremo de la médula espinal se encuentra en S1, mientras que en el recién nacido se sitúa en L3. Cuando se alcanzan estos niveles, los nervios espinales deben recorrer un trayecto oblicuo hacia los agujeros de conjunción para salir de la columna vertebral. La duramadre se extiende en toda la longitud de la columna vertebral, mientras que la piamadre forma el *filum terminale* cuando la médula queda relativamente más corta.

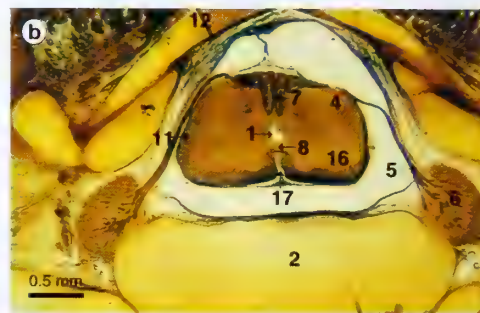
La mielinización comienza alrededor de las 17-20 semanas y continúa hasta el año de edad.



En el adulto, la médula espinal termina en el borde inferior de L1. Los cambios de nivel han de tenerse en cuenta al realizar una punción lumbar en el niño.

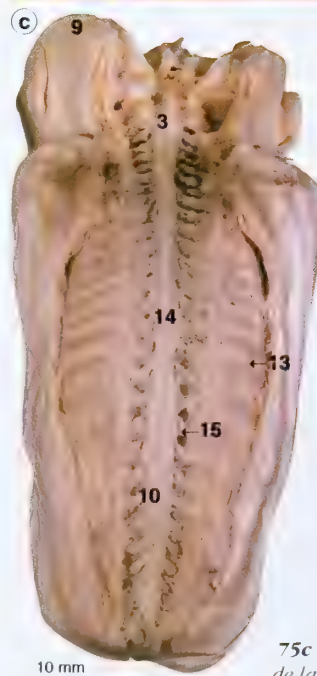
1. pared dorsal del cuerpo
2. lámina vertebral
3. médula espinal
4. cuerpo vertebral

**75a.** Semana 13. Sección sagital (longitudinal) de la médula espinal torácica. 95 mm de longitud CR ♂.



**75b.** Semana 11. Sección transversal de la médula espinal sacra inferior en desarrollo. 65 mm de longitud CR.

**75b** cortesía de la CCHMS



**75c.** Semana 24. La médula espinal ocupa el conducto vertebral en toda su longitud. Expuesto desde atrás.

1. canal central
2. centrum
3. intumescencia cervical
4. asta dorsal
5. raíz dorsal
6. ganglio de la raíz dorsal
7. tabique medio posterior
8. capa endimaria
9. cabeza
10. intumescencia lumbar
11. zona marginal
12. arco neural
13. costillas
14. médula espinal
15. nervio espinal
16. asta ventral
17. surco medio anterior

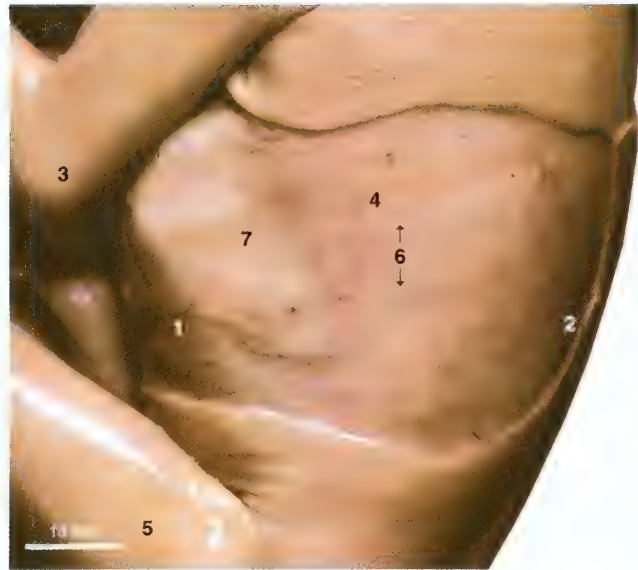
**75c** cortesía de la RFHSM

## Sistema nervioso periférico

Los nervios periféricos alcanzan los esbozos de los miembros superiores e inferiores y crecen en el tronco durante la 5.<sup>a</sup> semana. Los dermatomas o áreas de piel inervadas por un solo nervio espinal, es decir, por su ganglio de la raíz posterior, están distribuidos en bandas segmentarias para inervar ambas superficies, ventral y dorsal, de los miembros. Estos patrones quedan modificados cuando las extremidades giran durante su desarrollo, pero se mantienen relativamente en el tronco.

Las células ganglionares autónomas (vegetativas) se originan en la cresta neural. En el caso del sistema simpático, las células ganglionares pasan por un estadio intermedio en los ganglios espinales y después emigran ventralmente. Algunas quedarán junto a la aorta formando los ganglios del tronco simpático. Al principio éste únicamente existe en las regiones torácica y lumbar, pero más tarde se extiende craneal y caudalmente. Algunas células de la cresta neural emigran más lejos y forman ganglios colaterales, tales como el celiaco y mesentérico superior, y las células cromafines de la médula suprarrenal.

Los ganglios parasimpáticos (craniosacros) derivan de la cresta neural de la región correspondiente, así como los ganglios de los nervios craneales sensitivos, tales como el ganglio del trigémino (ganglio de Gasser) y el ganglio del facial (ganglio geniculado).



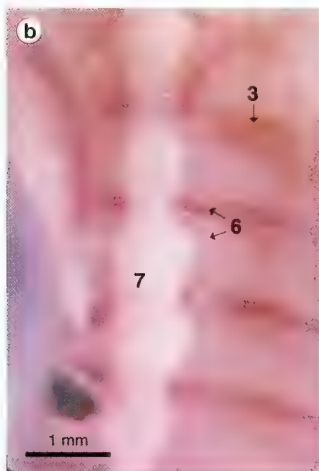
**76.** Semana 18. Nervios espinales segmentarios inervando la pared del cuerpo. Vista desde el lado izquierdo. 150 mm de longitud CR ♀.

1. abdomen
2. espalda
3. codo
4. músculo dorsal ancho (posición)
5. miembro inferior (izquierdo)
6. nervios espinales segmentarios
7. músculo serrato anterior (posición)



**77a y 77b.** Semana 10. El tronco simpático torácico, visto desde el lado derecho. El pulmón izquierdo ha sido resecado.

**77a.** 56 mm de longitud CR.

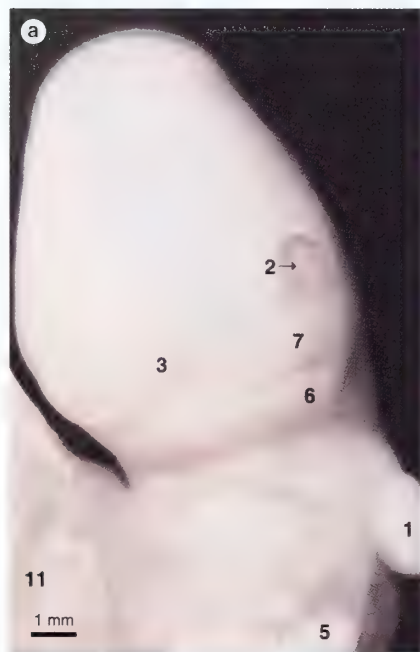


**77b.** 56 mm de longitud CR.

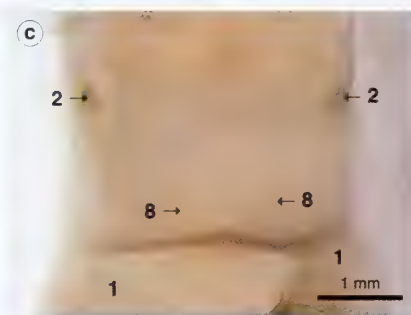
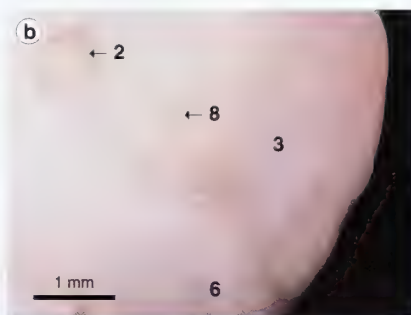
1. orejuela del corazón
2. diafragma
3. vasos intercostales
4. vena intercostal superior izquierda
5. pericardio (reflejado)
6. ramos comunicantes
7. tronco simpático
8. ventrículo del corazón

**78a-78l.** Desarrollo de la cara desde el día 37 a la semana 18.

**78a.** Estadios 16-18, (días 37-44). 14 mm de longitud CR.



**78b.** Estadios 16-18 (días 37-44). 14 mm de longitud CR



## Desarrollo de la cara

La cara se desarrolla durante un cierto período de tiempo. Inicialmente los ojos están situados a los lados de la cabeza, los orificios nasales ampliamente separados, la nariz achatada y las orejas a ambos lados del cuello.

La cara se forma como consecuencia de cambios en la posición relativa y en las proporciones de cinco centros de desarrollo o primordios: los dos procesos maxilares y los dos mandibulares, y una prominencia frontal impar. Los ojos y los orificios nasales se desplazan hacia la línea media, y las orejas ascienden a la cabeza (v. «Perfil de la cara»).

**78c.** Estadio 19 (días 47-48). 20 mm de longitud CR.

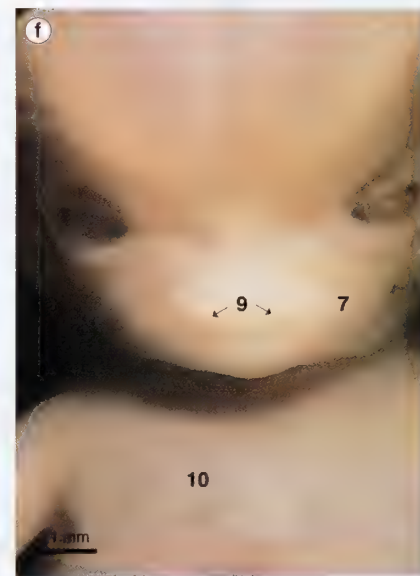
1. miembro superior
2. ojo
3. prominencia frontonasal
4. mano
5. miembro inferior
6. proceso mandibular
7. proceso maxilar
8. fosita olfatoria
9. orificio nasal
10. torax
11. cordón umbilical



**78d.** Estadio 19 (días 47-48). 20 mm de longitud CR.

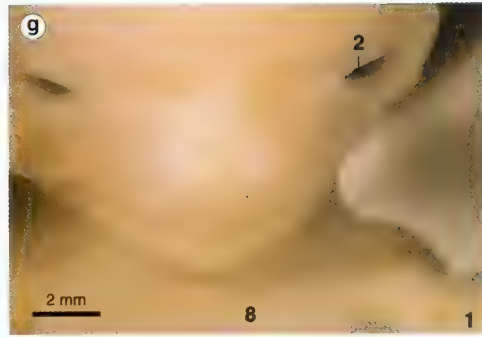


**78e.** Estadio 22 (día 54). 27 mm de longitud CR.



**78f.** Otra vista de la cara de la figura 78e.

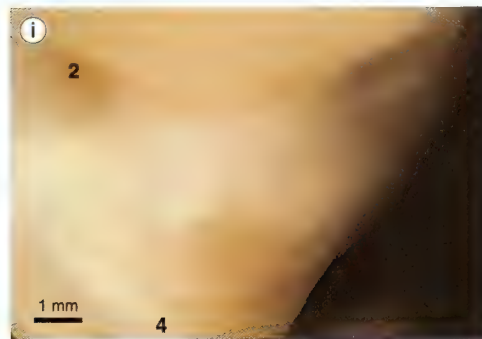




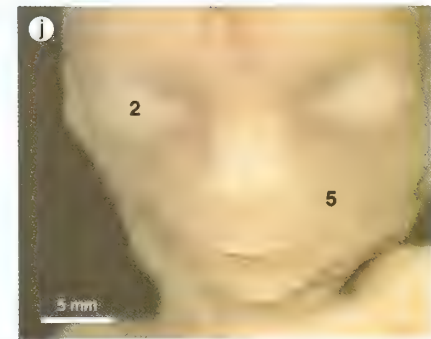
- 1. miembro superior
- 2. ojo
- 3. labios
- 4. mandíbula
- 5. maxilar
- 6. nariz
- 7. orificios nasales
- 8. torax

**78g.** Semana 8 -32 mm de longitud CR

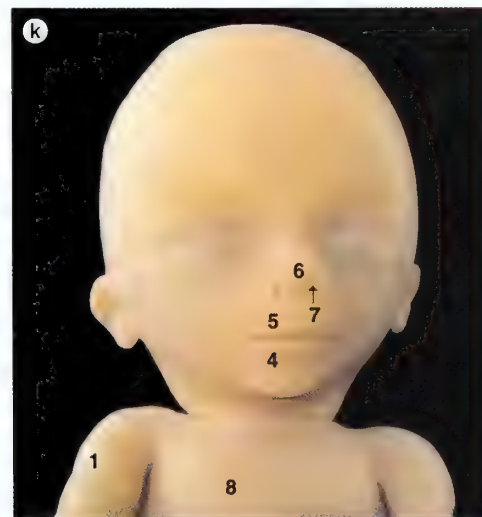
**78h.** Semana 9 -48 mm de longitud CR



**78i.** Semana 10 -53 mm de longitud CR



**78j.** Semana 12 -85 mm de longitud CR



**78k.** Semana 18 -155 mm de longitud CR



**78l.** Semana 18 -160 mm de longitud CR

## Nariz

En la 5.<sup>a</sup> semana los ojos del embrión están situados a cada lado de la cabeza. Las placodas olfatorias están bien separadas en la parte frontal de la cara (prominencia frontonasal), invaginándose en el mesodermo subyacente para formar las fositas olfatorias. Éstas se encuentran en parte en la cara y en parte en el estomodeo.

Los orificios nasales son sacos ciegos dirigidos dorsalmente.

Durante las semanas 5-6 los orificios nasales se desplazan el uno hacia el otro y están separados de la cavidad bucal por la membrana oronasal. Los procesos nasales mediales se fusionan entre sí, formando el segmento intermaxilar, el cual da origen al surco subnasal (*philtrum*) del labio superior, la porción media de los maxilares y el paladar primario. Los procesos nasales mediales se fusionan también con los procesos maxilares, los cuales, a su vez, se unen a los procesos nasales laterales. La prominencia frontonasal forma la parte frontal de la cabeza así como el puente y vértice de la pirámide nasal adulta, mientras que las alas de la nariz proceden de los procesos nasales laterales. Entre los procesos nasal lateral y maxilar de cada lado, se forma el surco nasolagrimal. Del ectodermo del suelo de dicho surco se forma el conducto nasolagrimal.

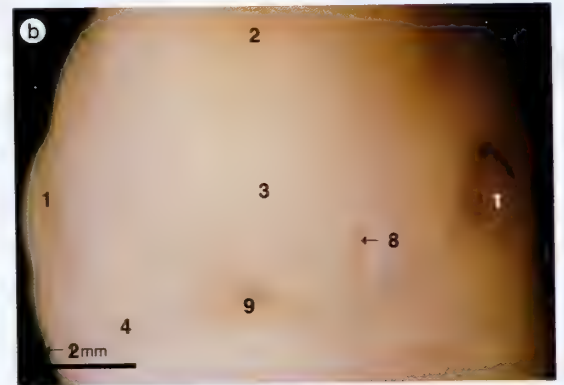
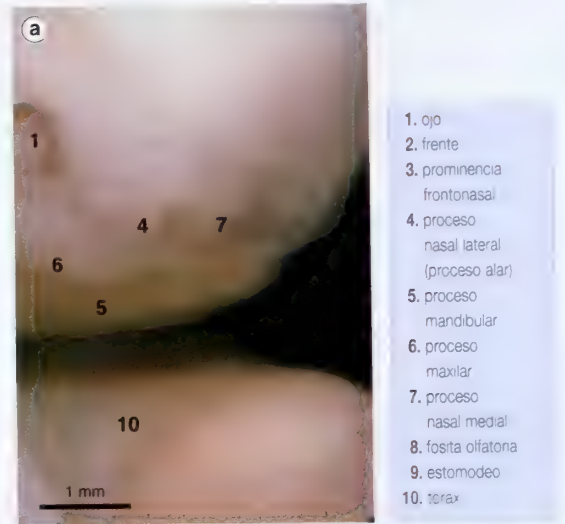
El fondo ciego de las fositas olfatorias crece rápidamente hacia la profundidad a ambos lados de la línea media. La membrana oronasal se rompe quedando conectadas las fosas nasales con la nasofaringe. La zona de comunicación se denomina coanas primitivas. El tabique nasal se forma a partir de las prominencias nasales medias y está en contacto con el dorso de la lengua.

Las paredes laterales de las fosas nasales se proyectan hacia el interior formando los cornetes inferior, medio y superior. El techo ectodérmico de cada fosa nasal forma la región olfatoria, y algunas de sus células se transforman en células olfatorias. Las fibras de estas células nerviosas crecen hacia el bulbo olfatorio a través de la lámina cribosa del etmoides.

- Si la fusión es incompleta (labio leporino), la rama maxilar del trigémino es incapaz de inervar al surco subnasal. En cambio la rama oftálmica alcanza el surco desde arriba.
- El neonato respira, al principio, a través de la nariz y sólo lo hará a través de la boca cuando una obstrucción nasal le incomode.

**79a-79n.** Desarrollo de la nariz desde la fosita olfatoria a los orificios nasales.

**79a.** Estadios 16-18 (días 37-44). Las fositas nasales están ampliamente separadas en la cara en desarrollo. Vista desde el lado derecho y por delante. 14 mm de longitud CR.

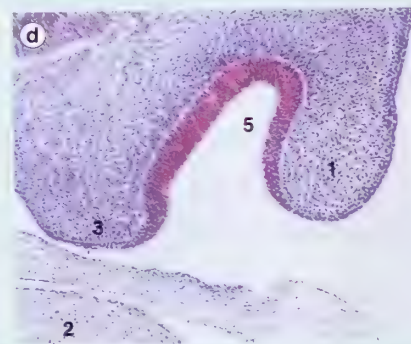


**79b.** Vista frontal de la cara del mismo embrión de la figura 79a.

1. proceso maxilar
2. proceso mandibular
3. proceso nasal lateral
4. proceso nasal medial
5. fosita olfatoria



**79c.** Estadios 15-16 (días 33-37). Sección transversal en parafina a través de la fosita olfatoria que termina en un saco ciego. 10 mm de longitud CR.

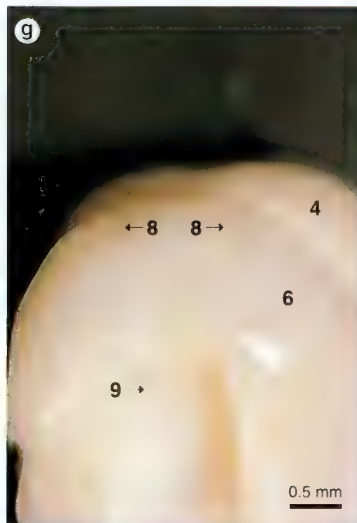
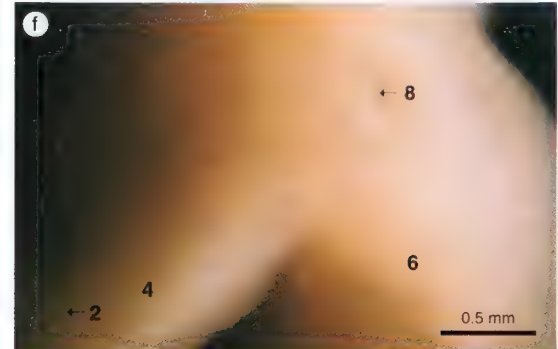


**79d.** Sección posterior a la mostrada en la figura 79c.



**79e.** Estadio 19 (días 47-48). Embrión visto desde la parte anterior de la cara. Los ojos y los orificios nasales están todavía ampliamente separados, pero han iniciado su desplazamiento hacia el frente y la línea media de la cara.

**79f.** Ampliación del embrión de la figura 79e.

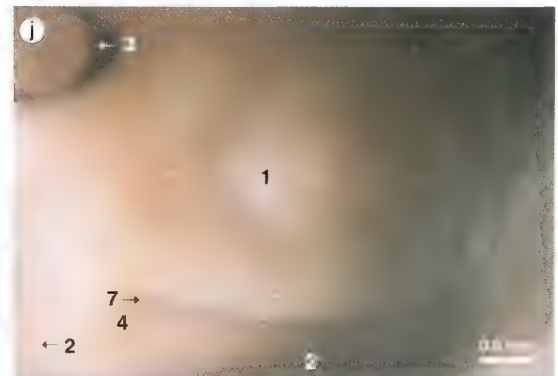


**79g y 79h.** El techo del estomodeo (cavidad bucal) del embrión mostrado en la figura 79e.



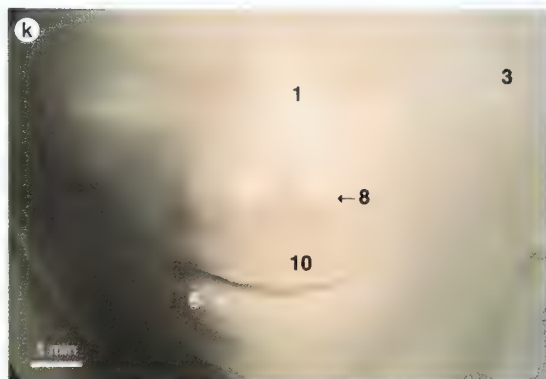
**79i.** Estadio 22 (día 51). Perfil de los orificios nasales en desarrollo. Obsérvese el orificio nasal taponado (27 mm de longitud CR).

**79j.** Vista desde el frente y el lado derecho del mismo embrión de la figura 79i.



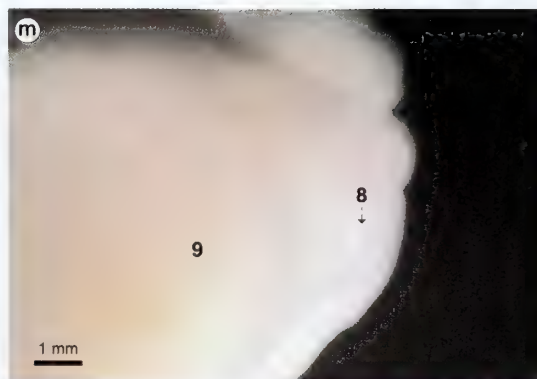
- 1. aleta nasal
- 2. mentón
- 3. ojo
- 4. prosencefalo
- 5. mano
- 6. prominencia maxilar
- 7. boca
- 8. orificio nasal
- 9. coana





**79k.** Semana 9.  
Vista frontal.  
Los orificios  
nasales están  
separados y  
dirigidos hacia  
delante. 40 mm  
de longitud CR.

**79l.** Semana 10.  
Vista frontal.  
53 mm  
de longitud CR ♂.

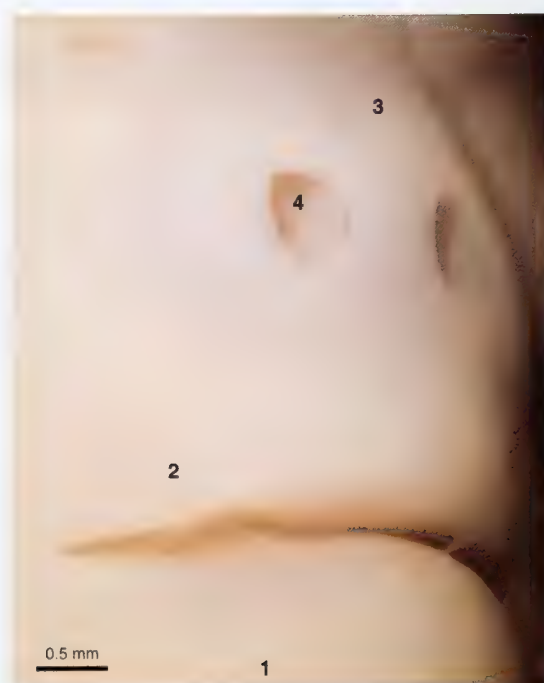


**79m.** Semana 10.  
Vista inferior.  
60 mm  
de longitud CR ♀.



**79n.** Semana 15.  
Los orificios  
nasales están  
orientados  
hacia abajo.  
130 mm  
de longitud CR ♀.

- 1. raíz de la nariz
- 2. mentón
- 3. ojo
- 4. frente
- 5. lanugo
- 6. labio
- 7. nariz
- 8. orificio nasal
- 9. paladar
- 10. surco subnasal
- 11. tapón nasal



**80.** Semana 9.  
Feto con  
los tapones  
extraídos de los  
orificios nasales.  
41 mm  
de longitud CR.

- 1. mandíbula
- 2. maxilar
- 3. nariz
- 4. orificio nasal



**81.** Semana 13. Territorios sensitivos en la cara del nervio trigemino 92 mm de longitud CR ♀.

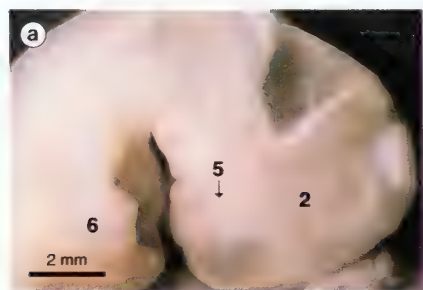
1. división maxilar
2. división mandibular
3. división oftálmica



**82** cortesía de la RCS

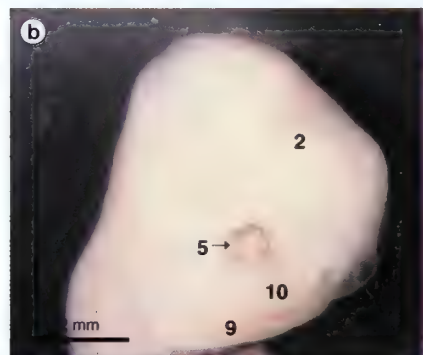
**82.** Semana 18. Hemisección (sagital) de la cabeza. El hilo negro que atraviesa los orificios nasales marca la extensión de la nasofaringe.

1. fosa craneal media
2. diafragma
3. corazón
4. mandíbula
5. nariz
6. nasofaringe
7. médula espinal
8. esternón
9. timo
10. lengua
11. vértebras

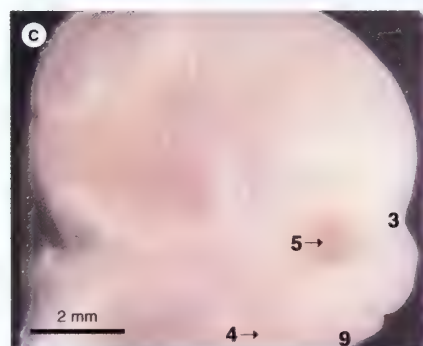


**83a-83f.** El desarrollo del perfil de la cara.

**83a.** Estadio 17 (día 41). 12 mm de longitud CR.

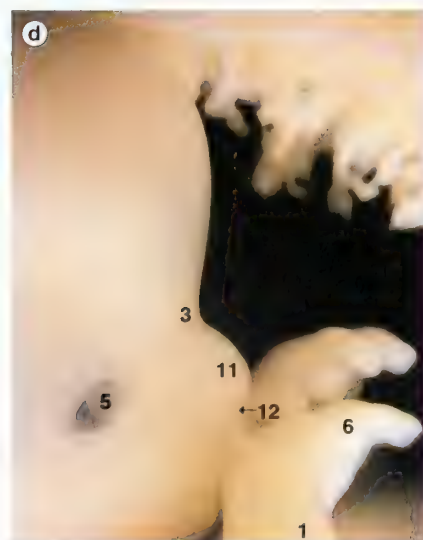


**83b.** Estadios 16-18 (días 37-44). 14 mm de longitud CR.



**83c.** Estadio 19 (días 47-48). 20 mm de longitud CR.

1. miembro superior
2. encéfalo
3. raíz de la nariz
4. oído
5. ojo
6. mano
7. miembro inferior
8. labios
9. mandíbula
10. maxilar
11. nariz
12. orificio nasal



**83d.** Semana 8. 35 mm de longitud CR.



**83e.** Semana 9. 43 mm de longitud CR.



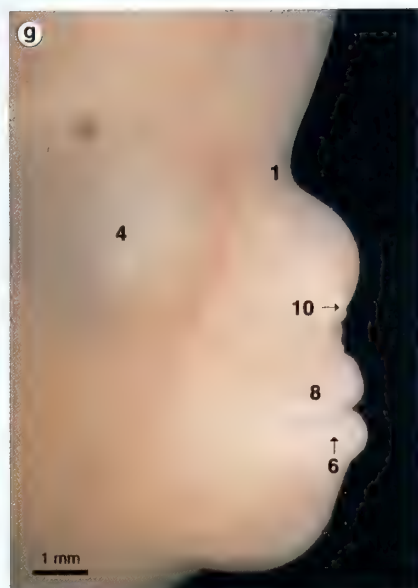
**83f.** Semana 9. 45 mm de longitud CR

## Perfil de la cara

El perfil de la cara cambia radicalmente: en un principio la frente predomina en la cara (estadios 16-17, días 37 a 41) y la mandíbula se desarrolla más rápida que el maxilar. Más tarde la mandíbula y la nariz crecen rápidamente (estadio 19, días 47-48) y; al principio del período fetal, la mandíbula queda rezagada de modo que la falta de un buen desarrollo del mentón hace que la cara embrionaria tenga un aspecto simiesco.

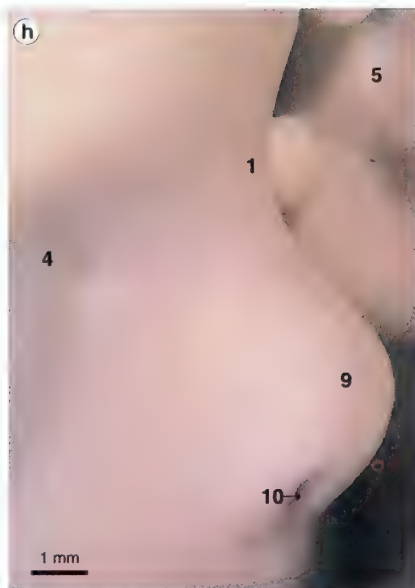
Durante las semanas 8-12, la mandíbula crece rápidamente y la profunda depresión existente entre la nariz y la frente desaparece cuando el puente de la nariz se eleva. Los orificios nasales que estaban ampliamente separados y dirigidos hacia delante, se encaran hacia abajo.



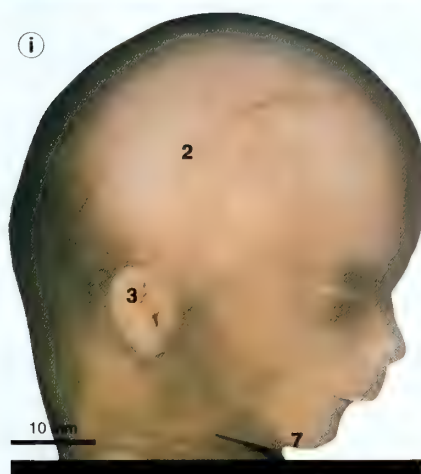


**83g.** Semana 9  
48 mm de  
longitud CR ♀

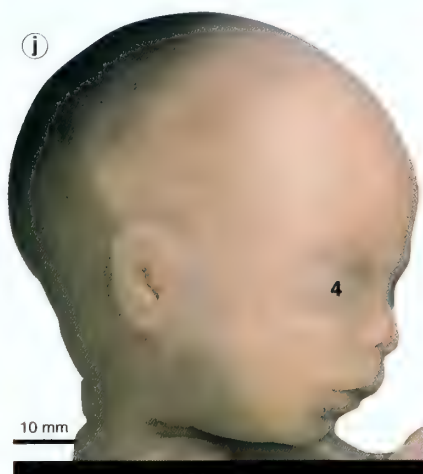
1. raíz de la nariz
2. encefalo
3. oído
4. ojo
5. mano
6. labios
7. mandíbula
8. maxilar
9. nariz
10. orificio nasal



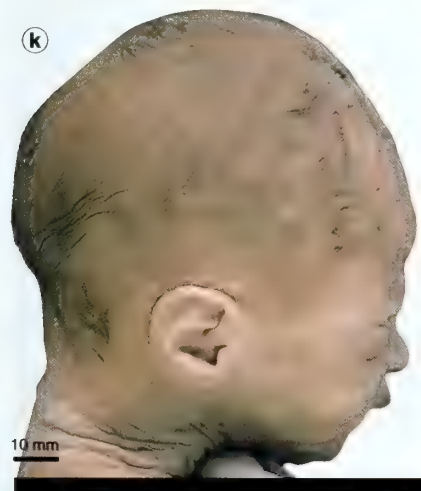
**83h.** Semana 12  
85 mm  
de longitud CR ♀



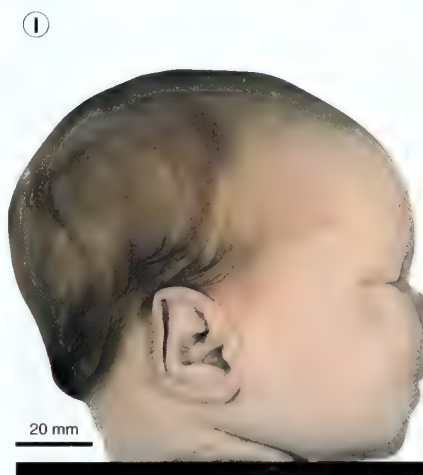
**83i.** Semana 13. 92 mm de longitud CR ♀.



**83j.** Semana 18. 160 mm de longitud CR ♀



**83k.** Semana 24. 228 mm de longitud CR ♂



**83l.** El perfil del neonato

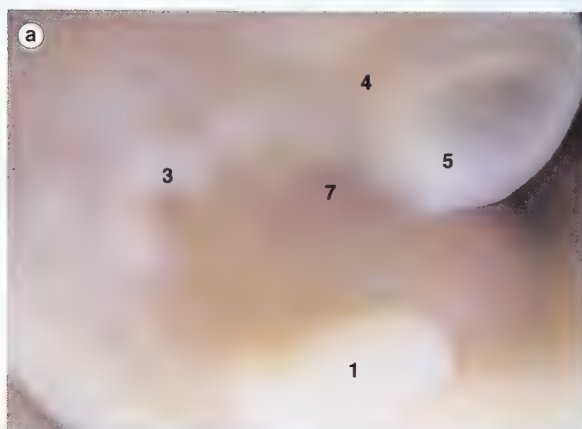
*83l cortesía de la RCS*

## Mandíbula y maxilar

El primer arco branquial o faríngeo de cada lado de la cabeza se divide en dos procesos: maxilar y mandibular que crecen hacia la línea media. Los dos procesos (prominencias) mandibulares se fusionan entre sí en la 4.<sup>a</sup> semana, antes de que los procesos maxilares se fusionen con la prominencia frontonasal en las semanas 6 a 7. Las comisuras labiales están definidas en la 5.<sup>a</sup> semana, y la amplia abertura de la boca se ve reducida durante la primera mitad de la 6.<sup>a</sup> semana, por la fusión lateral de ambos labios. A continuación se forman las mejillas. Los músculos labiales y bucales se forman a partir del mesodermo del segundo arco branquial.

El cartilago de Meckel se forma en el primer arco, y actúa como «andamiaje» al hueso membranoso de la mandíbula. Las células de la cresta neural originan, en los arcos, el tejido esquelético y conectivo de la parte inferior de la cara y anterior del cuello.

La boca primitiva es una depresión recubierta de ectodermo (estomodeo), que está separada del intestino anterior por la membrana orofaríngea (bucofaríngea). En la 4.<sup>a</sup> semana la membrana oral se rompe y el intestino anterior comunica con la cavidad amniótica.

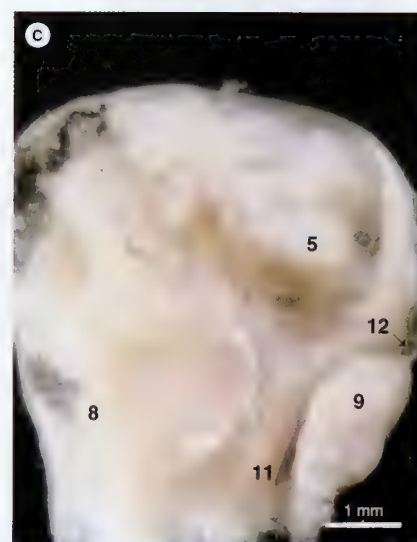


**84a-84g.** Desarrollo de la mandíbula y del maxilar. La mandíbula y el maxilar están representados por dos prominencias procedentes del primer arco branquial.

**84a.** Estadio 16 (día 37).  
Vista lateral derecha.  
12 mm de longitud CR

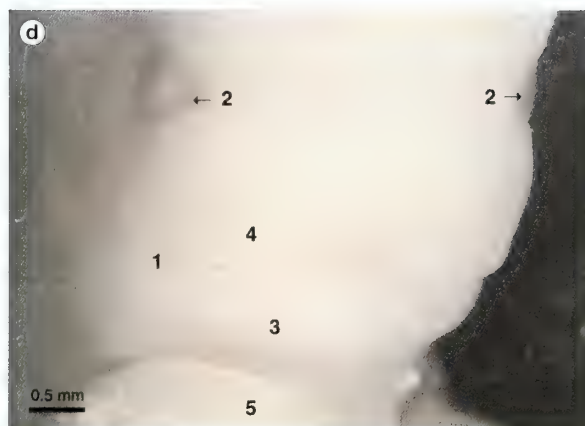


**84b.** Estadios 16-18 (días 37-44). Vista frontal.  
14 mm de longitud CR.



**84c.** Estadios 16-18 (días 37-44). Hemisección de la cabeza, vista desde la superficie medial.  
14 mm de longitud CR.

1. esbozo del miembro superior (derecho)
2. encéfalo
3. arco branquial
4. ojo
5. prosencéfalo
6. prominencia frontonasal
7. corazón
8. rombencéfalo
9. proceso mandibular
10. proceso maxilar
11. faringe
12. estomodeo



**84d.** Estadio 19 (días 47 a 48). Vista frontal. Los procesos (prominencias) maxilares y nasales mediales se fusionan para formar los maxilares. Obsérvese cómo la boca es ancha y los labios aún están situados a ambos lados de la cabeza. 20 mm de longitud CR.

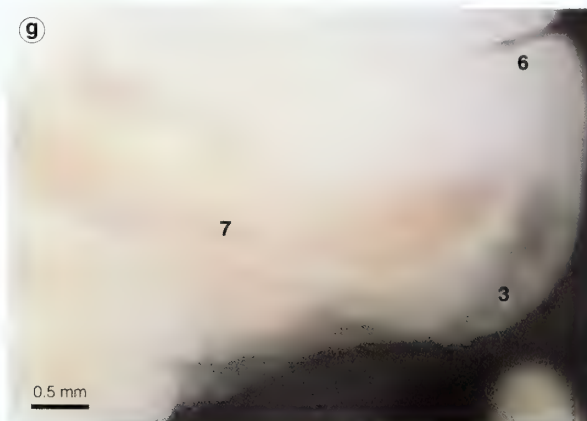
- 1. ángulo bucal
- 2. ojo
- 3. proceso mandibular
- 4. proceso maxilar
- 5. tórax



**84e.** Estadio 22 (día 54). Vista desde el lado derecho. Obsérvese cómo se están uniendo los ángulos de la boca para reducir su anchura. 27 mm de longitud CR.



**84f.** Semana 9. Vista derecha y frontal del feto. Obsérvese que los ojos y la nariz no han alcanzado todavía su posición final en la cara. 43 mm de longitud CR.



- 1. ángulo bucal
- 2. miembro superior
- 3. mentón
- 4. ojo
- 5. mano
- 6. labio
- 7. mandíbula
- 8. maxilar
- 9. nariz
- 10. costillas

**84g.** Semana 8. Se ha resecaado la piel que cubre la mandíbula para poder ver el hueso en desarrollo. Vista derecha. 40 mm de longitud CR.



## Labios y dientes

La boca primitiva está rodeada por los procesos mandibulares fusionados y los procesos maxilares fusionados con los procesos nasales mediales. Estas paredes se dividen (semanas 6-10) en los labios y en las mejillas. En la 6.<sup>a</sup> semana un engrosamiento ectodérmico, la lámina dental, crece en el seno del mesodermo subyacente. Un segundo engrosamiento ectodérmico, la lámina labiogingival, crece en el seno del mesodermo existente entre la lámina dental y el futuro labio.

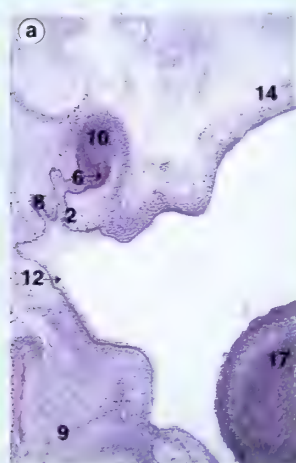
Mientras los dientes se desarrollan la lámina labiogingival se degenera y deja un surco que se ahonda y separa los labios, las mejillas y las encías. Una pequeña área no se degenera completamente y forma en la línea media el frenillo labial que une el labio superior con la encía. La lámina dental forma, en la mandíbula y en los maxilares, 10 brotes ovalados, que darán lugar al órgano del es-

malte primitivo de los dientes deciduos (caducos, «de leche» o temporales). A estos brotes les siguen, en la 10.<sup>a</sup> semana, los esbozos de los dientes permanentes en posición lingual respecto a los deciduos. Después desaparece la lámina.

Basado en su apariencia, los brotes dentales se desarrollan pasando por una fase de caperuza y, finalmente, por una fase de campana.

Al principio de la 7.<sup>a</sup> semana el mesodermo situado profundamente en el órgano del esmalte se condensa para formar la papila dental (estadio de caperuza). La papila dental da origen a la dentina y a la pulpa.

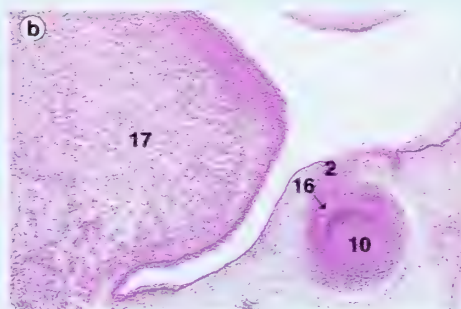
En el estadio de campana, el mesodermo de la papila dental se diferencia en odontoblastos formadores de dentina. La dentina formada primeramente constituye la capa más externa, hasta que la papila se reduce y las restantes células forman la pulpa. Las prolongaciones de los odontoblastos que quedan en la den-



**85a y 85b.** Semana 8. Secciones coronales del diente en desarrollo durante la fase de caperuza.

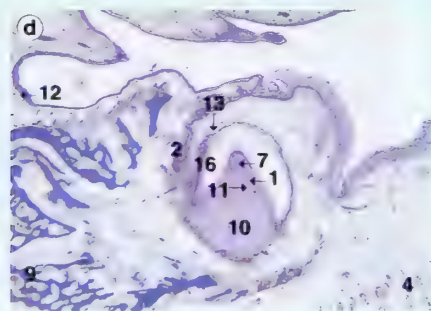
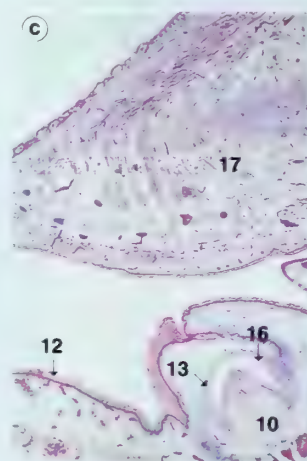
**85a.** 32 mm de longitud CR.

**85b.** 40 mm de longitud CR.

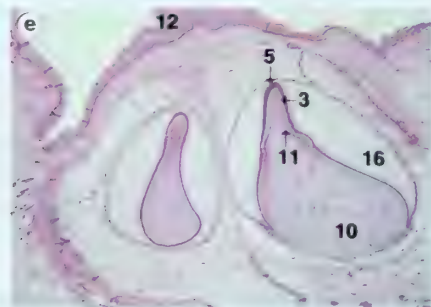


**85c-85g.** Secciones coronales del diente en desarrollo en la mandíbula (fase de campana).

**85c.** Semana 8. 36 mm de longitud CR.

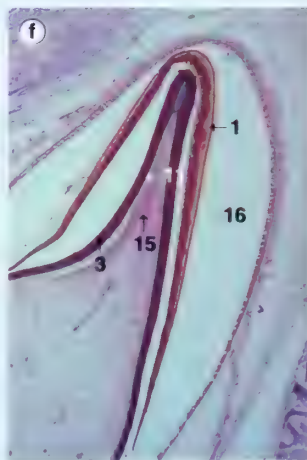


**85d.** Semana 13. 100 mm de longitud CR.

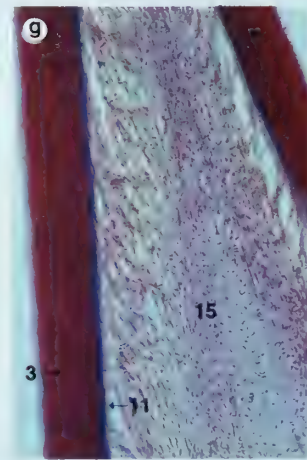


**85e.** Semana 14. 120 mm de longitud CR.

- |  |   |                         |
|--|---|-------------------------|
| 1. capa de ameloblastos                                    | 7. capa intermedia                                    | 13. epitelio externo    |
| 2. lecho dentario  | 8. lámina labiogingival                               | 14. paladar             |
| 3. dentina   | 9. mandíbula  | 15. pulpa               |
| 4. músculo en desarrollo                                   | 10. primordio de la pulpa mesodérmica (papila dental) | 16. retículo estrellado |
| 5. esmalte   | 11. capa de odontoblastos                             | 17. lengua              |
| 6. órgano del esmalte del diente de leche (diente deciduo) | 12. epitelio oral                                     |                         |



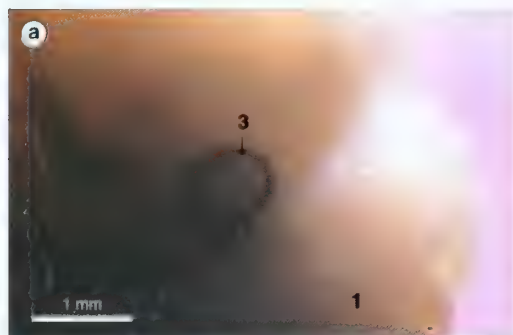
**85f y 85g.** Semana 28. 270 mm de longitud CR.



**85d y 85e** cortesía de la CCHMS; **85c, 85f y 85g** cortesía de la QUB

tina se denominan fibras odontoblásticas de Tomes. El mesodermo que rodea el órgano del esmalte y la papila dental se condensan para formar el saco dental, de donde se formarán el cemento y el ligamento periodontal. Hacia la 14.<sup>a</sup> semana hay células de la parte interna del órgano del esmalte que se diferencian en ameloblastos y forman esmalte; la capa más profunda es la primera en depositarse. El esmalte se deposita primero en la cúspide y después se extiende hasta la raíz, como sucede en la formación de la dentina. La raíz se forma cuando el epitelio del esmalte (vaina radicular epitelial) crece en el mesodermo adyacente. Los odontoblastos adyacentes a la vaina forman continuamente dentina en la corona.

- Aquellos molares permanentes que no tienen predecesores en la dentición decidua, se desarrollan como brotes de la lámina dental.
- No todos los dientes se desarrollan simultáneamente.
- La raíz del diente se forma poco antes de la erupción.
- La mandíbula y los maxilares neonatales contienen todas las coronas de los 20 dientes deciduos y los esbozos de los 32 dientes permanentes, excepto aquellos de los segundos y terceros molares.



**86a.** Estadio 19 (días 47-48)  
Vista desde el lado derecho  
20 mm de longitud CR



**86b.** Semana 9  
Vista desde el frente  
46 mm de longitud CR.

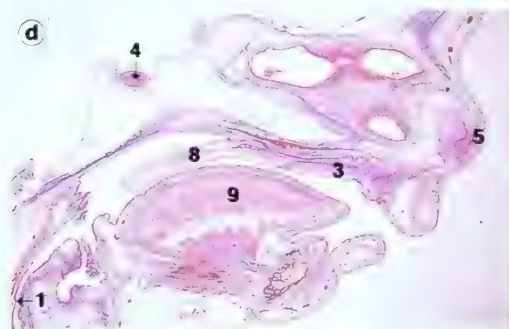
**86a-86c.** Desarrollo de los labios.

1. ángulo de la boca
2. mejilla
3. ojo
4. labio
5. nariz
6. orificio nasal con tapón

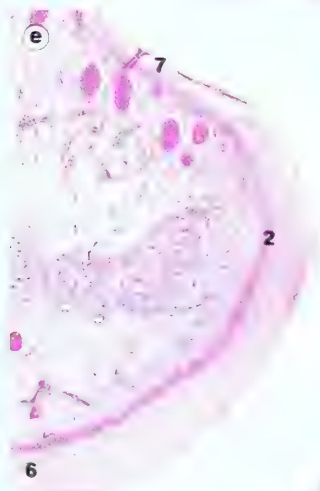
**86c.** Semana 18. 160 mm de longitud CR ♂



**86d y 86e.** Semana 8. Sección sagital a través de los labios, paladar y lengua. 36 mm de longitud CR.



**86e.** Labio.



1. esófago
2. labio
3. paladar duro
4. hipofisis
5. nariz
6. epitelio oral
7. pie
8. paladar blando
9. lengua

**86d y 86e** cortesía de la QUB

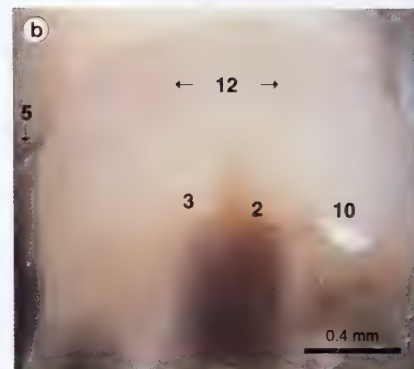
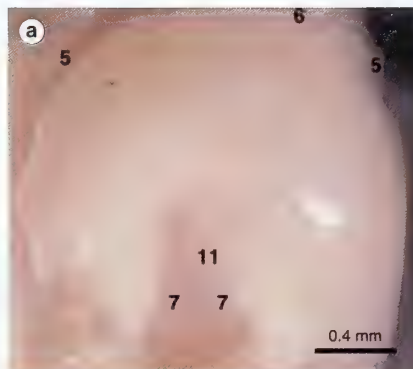


## Paladar

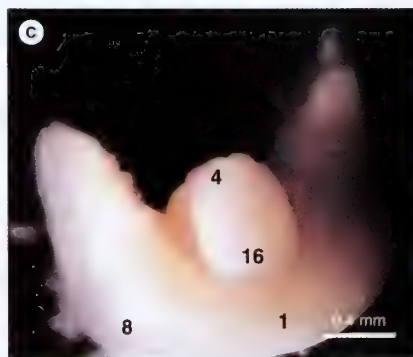
Se desarrollan tres procesos palatinos que separarán las fosas nasales de la boca: el paladar primario (o proceso palatino medio) y el paladar secundario (dos procesos palatinos laterales). El paladar primario y el secundario se forman entre las semanas 5 a 12. El paladar primario se forma en la 6.<sup>a</sup> semana a partir de los procesos nasales mediales fusionados (v. «Nariz»). El paladar secundario se forma cuando el dorso de la lengua, que se encuentra aprisionado contra el tabique nasal (semana 7), se retrae. Los dos procesos palatinos laterales en un principio se disponen verticalmente hacia abajo a ambos lados de la lengua. Más tarde se juntan en la línea media y se fusionan. Estos procesos palatinos también se fusionan con el paladar primario y con el tabique nasal, y juntos forman una superficie horizontal. La fusión se produce entre las semanas 7-12.

Los huesos membranosos en el paladar primario forman el hueso intermaxilar (premaxilar); mientras que desde los maxilares y los palatinos se extienden sendas prolongaciones óseas que forman el paladar duro. El paladar blando y la úvula se proyectan más allá del tabique nasal y no se osifican.

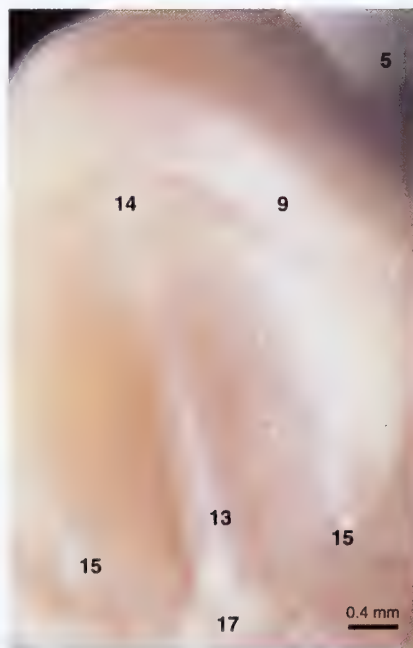
- Si existe un fallo en la fusión de los procesos palatinos, la fosa nasal comunica con la cavidad bucal. Esta alteración, conocida como hendidura palatina, interfiere la alimentación y el habla.
- El paladar duro del recién nacido es corto y ancho, mientras que el paladar adulto está arqueado en su parte más profunda.



**87a y 87b.** Estadio 19 (días 47-48). El paladar, dos vistas del mismo embrión. 20 mm de longitud CR.



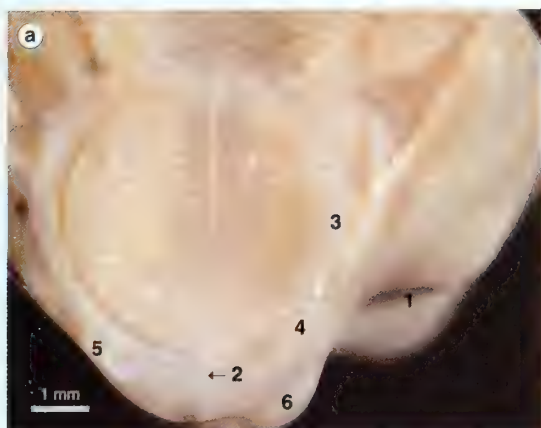
**87c.** La mandíbula y la lengua del embrión de la figura 87a. La lengua está situada en un surco del proceso mandibular.



**88.** Semana 8. Los dos procesos palatinos laterales y el proceso palatino medio se han fusionado en la línea media. La úvula permanece sin fusionar. 35 mm de longitud CR.

1. mentón
2. encía en desarrollo
3. labio en desarrollo
4. dorso de la lengua
5. ojo
6. frente
7. procesos palatinos laterales
8. mandíbula
9. maxilar
10. proceso maxilar
11. tabique nasal
12. orificio nasal
13. rafe palatino
14. paladar primario
15. paladar secundario
16. vértice de la lengua
17. úvula





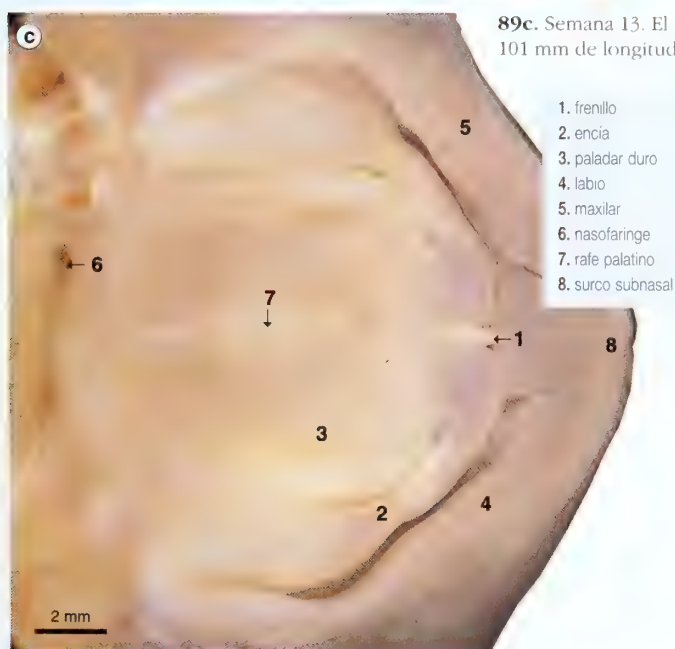
**89a.** Semana 9. Están empezando a distinguirse el frenillo y la encía superior (maxilar). Se ha eliminado la mandíbula. 48 mm de longitud CR ♂.

1. ojo
2. frenillo
3. encía
4. labio
5. maxilar
6. nariz



**89b.** Semana 11. La uvula se ha fusionado en la línea media. 65 mm de longitud CR ♂.

1. ojo
2. frenillo
3. encía
4. paladar duro
5. labio
6. maxilar
7. nasofaringe
8. orificio nasal
9. rafe palatino
10. surco subnasal
11. paladar blando
12. uvula



**89c.** Semana 13. El paladar. 101 mm de longitud CR ♀.

1. frenillo
2. encía
3. paladar duro
4. labio
5. maxilar
6. nasofaringe
7. rafe palatino
8. surco subnasal



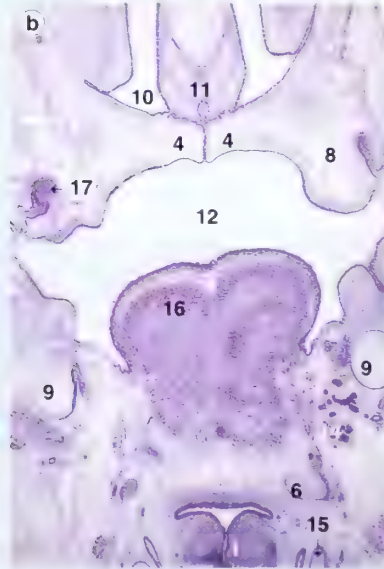
**90.** Vista inferior del paladar del neonato

1. mandíbula
2. maxilar
3. lámina horizontal del palatino

**91a y 91b.** Paladar en formación y formado en secciones transversales en parafina.



**91a.** Estadio 21 (día 52), 24 mm de longitud CR.



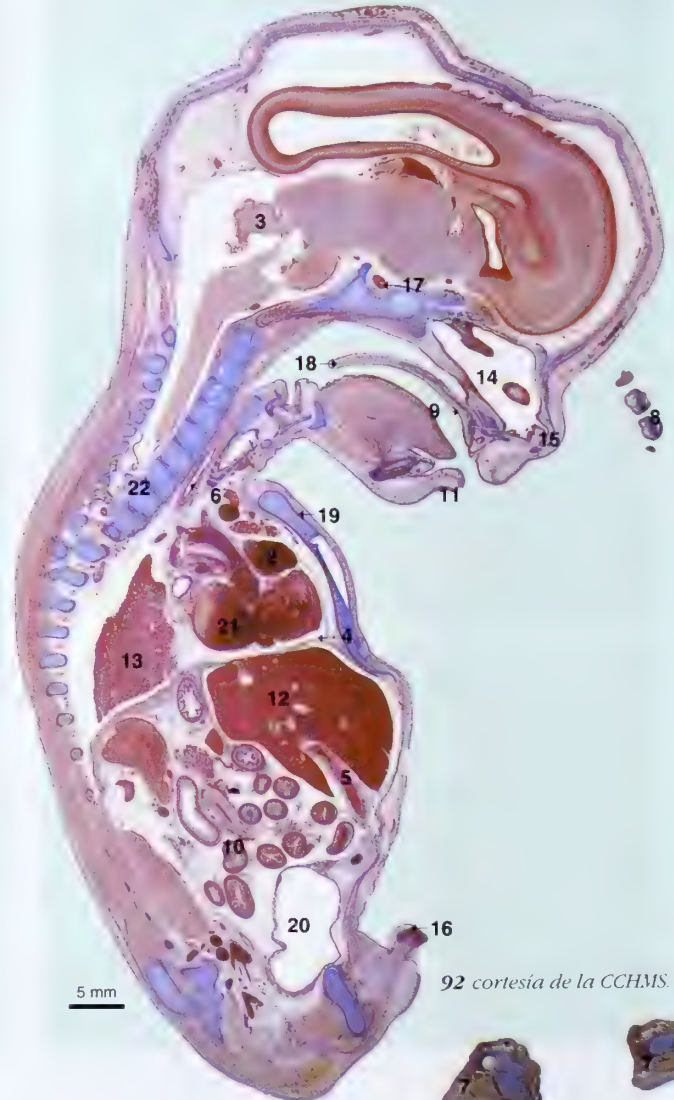
**91b.** Semana 8, 32 mm de longitud CR.

1. prominencia aritenoidea
2. cápsula ótica cartilaginosa
3. trompa auditiva de Eustaquio
4. procesos palatinos laterales fusionados
5. rombencéfalo
6. cartilago hioideo (Reichert)
7. procesos palatinos laterales
8. maxilar
9. cartilago de Meckel
10. fosa nasal
11. tabique nasal
12. cavidad bucal
13. canales semicirculares
14. glándula submandibular
15. cartilago tiroides
16. lengua
17. diente

*91a y 91b* cortesía de la CCHMS

**92.** Semana 17. El paladar fusionado en una sección sagital (longitudinal), 150 mm de longitud CR.

- |                         |                 |                            |
|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| 1. aorta                | 9. paladar duro | 17. hipófisis              |
| 2. aurícula del corazón | 10. intestinos  | 18. paladar blando         |
| 3. cerebelo             | 11. labio       | 19. esternón               |
| 4. diafragma            | 12. hígado      | 20. vejiga urinaria        |
| 5. conducto venoso      | 13. pulmón      | 21. ventrículo del corazón |
| 6. esófago              | 14. fosa nasal  | 22. vertebras              |
| 7. pies                 | 15. nariz       |                            |
| 8. dedos                | 16. falo        |                            |



*92* cortesía de la CCHMS

## Lengua

Los dos tercios anteriores de la lengua (cuerpo) se forman durante la 4.ª semana como resultado de la fusión de una protuberancia media (tubérculo impar) del suelo de la faringe, entre los dos primeros arcos branquiales, y de dos primordios linguales distales (prominencias linguales laterales), derivadas de cada uno de los primeros arcos branquiales. Los dos primordios distales cubren y ocultan al tubérculo impar al crecer en dirección medial. El surco medio marca la fusión de los dos primordios distales.

El tercio posterior de la lengua (raíz) forma la cópula y se forma a partir de la fusión de los extremos ventromediales de ambos segundos arcos branquiales. Caudalmente a la cópula se forma una amplia eminencia hipobranquial, que deriva del mesodermo de los arcos branquiales tercero y cuarto. Esta eminencia cubre a la cópula que desaparece.

El límite entre las dos áreas es el surco terminal, con el primordio tiroideo (el *foramen cecum*) en la línea media. Las papilas linguales se desarrollan entre las semanas 7-9 y los botones gustativos durante las semanas 11-13. La mayor parte de los músculos se desarrolla a partir de los miotomas occipitales.

La lengua del neonato está en la cavidad bucal. El tercio posterior descenderá hasta el cuello después del nacimiento (1-5 años) para formar parte de la pared anterior de la faringe.

## Laringe

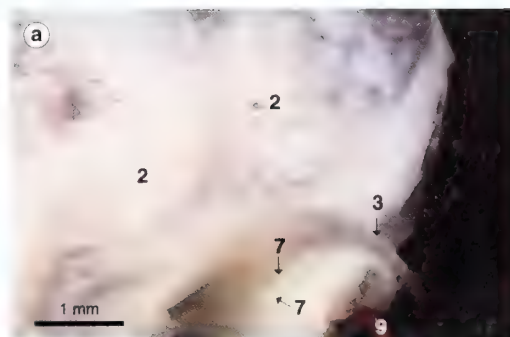
La laringe es el extremo proximal del divertículo laringotraqueal (respiratorio), y se desarrolla a partir del endodermo que reviste al citado divertículo, así como de la cresta neural y del mesodermo circundante (arcos branquiales cuarto y sexto). En las semanas 5 y 6 aparecen tres abultamientos: la protuberancia epiglótica (derivada del tercer y cuarto arcos branquiales, y dos protuberancias aritenoides. Juntos los tres abultamientos hacen que la abertura de la tráquea adopte una forma de «Y» o de «T». Más tarde a partir de las prominencias aritenoides se forman los cartílagos corniculados y aritenoides.

En las semanas 7-10 se fusiona el epitelio de la laringe y su entrada acaba en un saco ciego. En la 10.ª semana la laringe se recanaliza y se forman dos recessos, los ventrículos laringeos, así como las cuerdas vocales verdaderas y falsas. La abertura superior de la laringe se ensancha lentamente.

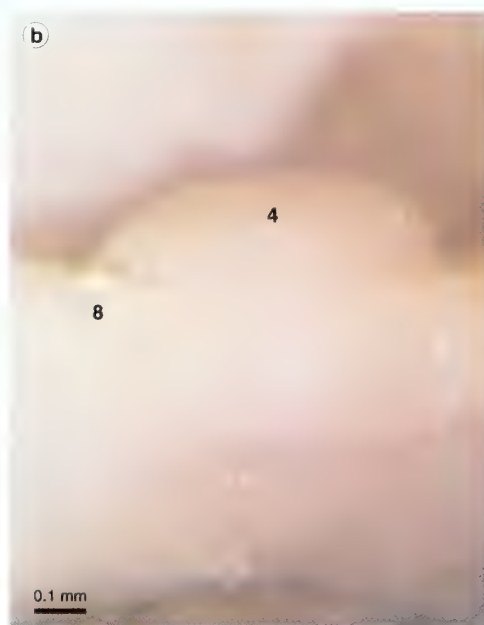
Los músculos laringeos y los cartílagos derivan de los arcos branquiales cuarto y sexto.

Antes de que el tercio posterior de la lengua descienda al cuello (primero a quinto años de desarrollo posnatal) la abertura de la laringe se encuentra directamente debajo de la cavidad bucal.

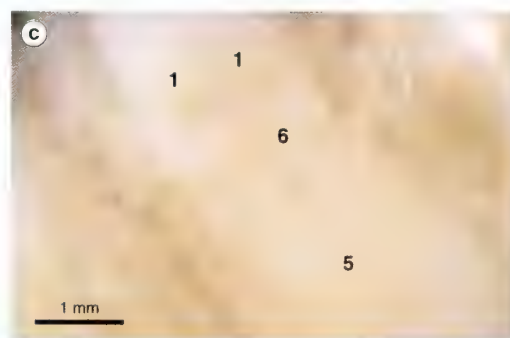
Debido a que la epiglotis neonatal tiene una posición alta en el cuello, puede contactar directamente con el paladar blando, permitiendo durante la succión ingerir los fluidos y la respiración libre.



93a. Estadios 16-18 (días 37-44). Sección sagital a través del lado derecho de la faringe en desarrollo y del encéfalo. 14 mm de longitud CR.



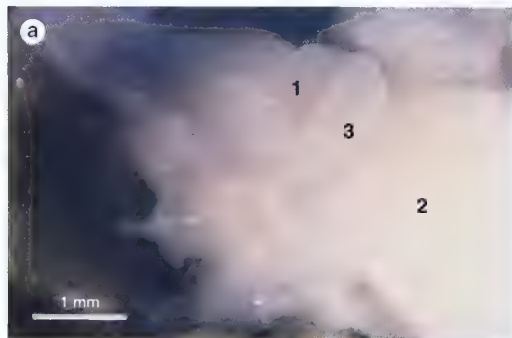
93b. Estadio 18 (día 44). Vista frontal de la cara. 16 mm de longitud CR.



93c. Estadio 19 (días 47-48). Dorso de la lengua. 20 mm de longitud CR.

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. prominencias aritenoides | 6. epiglotis  |
| 2. encéfalo                 | 7. suelo de la faringe (un tubérculo impar y dos procesos mandibulares) |
| 3. membrana bucofaringea    | 8. proceso mandibular   |
| 4. lengua en desarrollo     | 9. espina de cactus roja  |
| 5. dorso de la lengua       |   |





**94a.** Semana 8. 40 mm de longitud CR.

1. prominencias antenoideas
2. dorso de la lengua
3. epiglottis



**94b.** Semana 8. Sección transversal de la laringe. 40 mm de longitud CR.

1. cartilago aritenoides
2. epiglottis
3. entrada a la laringe

**94b** cortesía de la St T.



**94c.** Semana 9. 48 mm de longitud CR ♂.

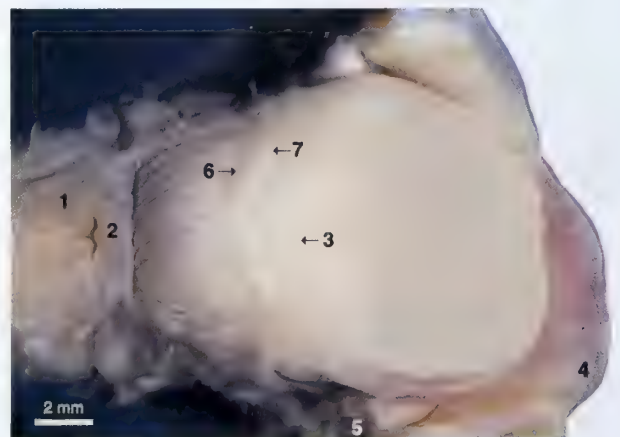


**94d.** Semana 11. 65 mm de longitud CR ♂.

1. prominencias antenoideas
2. dorso de la lengua
3. epiglottis
4. mandibula
5. papilas caliciformes

**95.** Semana 13. La lengua. 101 mm de longitud CR ♀.

1. prominencias antenoideas
2. epiglottis
3. papilas fungiformes
4. labios
5. mandibula
6. surco terminal
7. papilas caliciformes

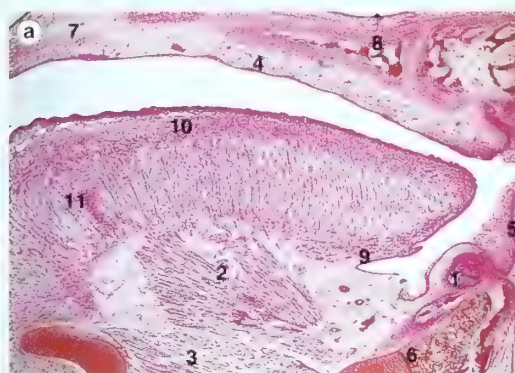




1. fosa cerebelosa
2. confluente sinusal
3. epiglotis
4. músculo geniogloso
5. paladar duro
6. labios
7. mandíbula
8. músculo milohioideo
9. fosa nasal
10. obsérvese que el seno frontal no se ha desarrollado
11. faringe
12. paladar duro
13. tienda del cerebelo

**96.** Sección sagital de la cabeza neonatal para mostrar la posición de la lengua y la laringe desarrolladas.

**97a.** Semana 8. Sección longitudinal de la lengua en desarrollo. 35 mm de longitud CR



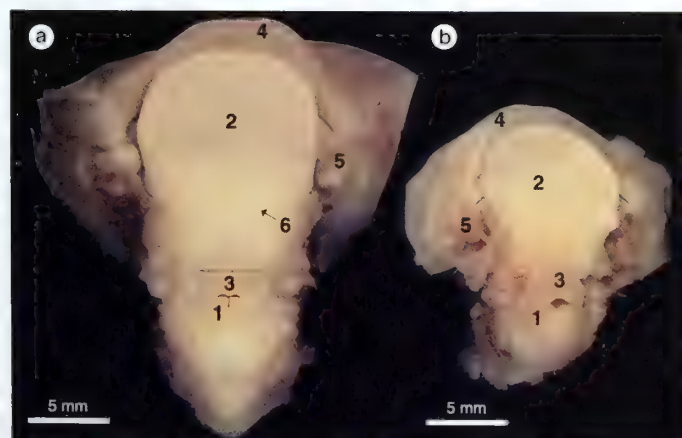
**97a** cortesía de G. Bottomly.

**97b.** Semana 8. Sección transversal de la lengua en desarrollo. 40 mm de longitud CR.



**97b** cortesía de la St T.

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. lecho dentario     | 8. fosa nasal                           |
| 2. músculo geniogloso | 9. músculo longitudinal inferior        |
| 3. músculo geniioideo | 10. músculo longitudinal superior       |
| 4. paladar duro       | 9-11. músculos intrínsecos de la lengua |
| 5. labio              |   |
| 6. mandíbula          |   |
| 7. maxilar            |   |



**98a y 98b.** Desarrollo de las protuberancias de la epiglotis y de los aritenoides. Vista desde el dorso de la lengua.

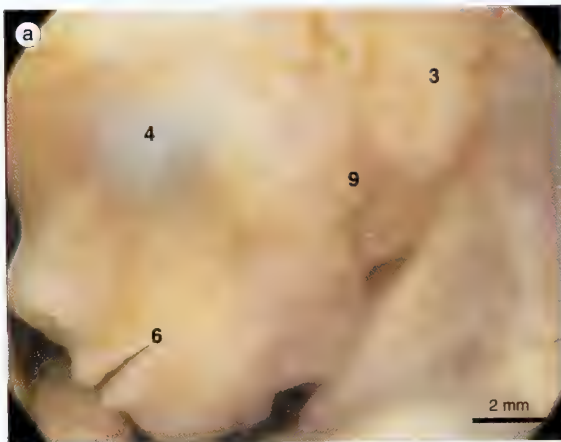
**98a.** Semana 13. 101 mm de longitud CR ♀.

**98b.** Semana 13. 92 mm de longitud CR ♀.

1. prominencias aritenoides
2. dorso de la lengua
3. epiglotis
4. labio
5. mandíbula
6. surco terminal



99a-99c. Vista lateral de la glándula parótida izquierda



99a. Semana 11. 65 mm de longitud CR ♂.



99b. Semana 13. 95 mm de longitud CR ♀.



99c. Semana 15. 132 mm de longitud CR ♀.

## Glándulas salivales

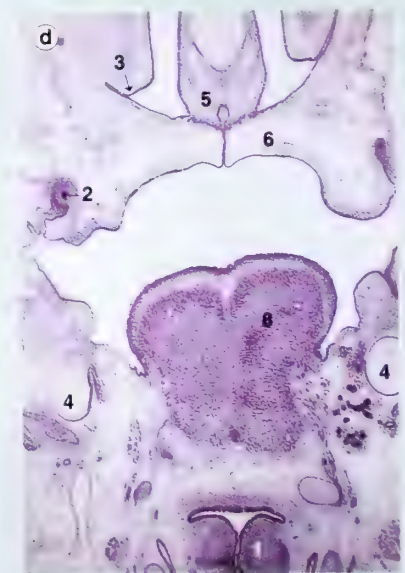
El primer par de glándulas salivales que se desarrollan son las glándulas parótidas (semanas 6-7). Las glándulas submandibulares se desarrollan más tarde en la 6.<sup>a</sup> semana y las glándulas sublinguales en la 8.<sup>a</sup> semana.

Los tres pares de glándulas se desarrollan a partir de unas excrecencias epiteliales sólidas que penetran en el mesodermo circundante. Los extremos de las excrecencias forman ramas y ácinos terminales. En las semanas 10-12 las excrecencias sólidas se ramifican y en los ácinos se forma su luz. Las excrecencias principales forman los conductos principales de las glándulas salivales y todo el tejido secretorio. Las células de la cresta neural forman el tejido conectivo.

La excrecencia de la glándula parótida se desarrolla a partir del ectodermo que tapiza la boca, mientras que las glándulas submandibular y sublingual se desarrollan a partir de excrecencias endodérmicas.

- La actividad secretoria empieza en la semana 16 en las glándulas submandibulares y en la semana 18 en las glándulas parótidas.
- En los 2 años siguientes al nacimiento, los tres pares de glándulas salivales desarrollan el aspecto histológico típico del adulto.
- En el neonato la glándula sublingual está en contacto con la porción profunda de la glándula submandibular.
- La glándula parótida es redonda en el momento del nacimiento y crece gradualmente sobre la superficie del conducto parotídeo durante la primera infancia.

1. ramos del nervio facial
2. cuerpo adiposo de la mejilla
3. oreja
4. ojo
5. tejido adiposo
6. boca
7. nariz
8. músculo orbicular de los párpados
9. glándula parótida



99d. Semana 8  
Sección transversal en parafina a través del tabique nasal y de la lengua 32 mm de longitud CR ♂.

1. prominencia antenoidea
2. diente en desarrollo
3. cornete inferior
4. cartilago de Meckel
5. tabique nasal
6. paladar
7. glándula submandibular
8. lengua



# Oído externo

## OREJA

Alrededor de la primera hendidura branquial aparecen una serie de 6 tubérculos auriculares, tres en el primer arco branquial (mandibular) y otros tantos en el segundo arco (hioideo).

Los tubérculos de cada arco se fusionan entre sí para formar la oreja, y sólo el más ventral del primer arco se reconoce como el trago. El mesodermo del arco hioideo prolifera para completar la oreja. Las orejas se forman inicialmente en la región cervical pero luego ascienden hasta la cabeza hacia la 10.<sup>a</sup> semana.

## CONDUCTO AUDITIVO EXTERNO

El conducto auditivo externo se desarrolla en la parte dorsal de la primera hendidura branquial, como un tubo en forma de embudo (conducto primario). Las células ectodérmicas del interior del conducto primario proliferan formando un tapón meatal (*meatus* = conducto). Más tarde este degenera para formar una cavidad: la parte interna del conducto auditivo externo.

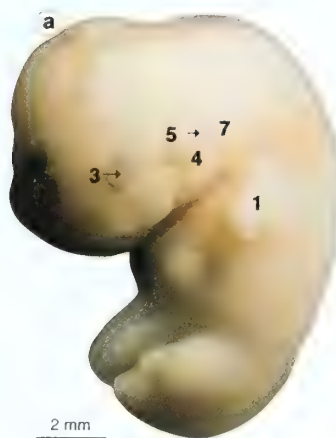
Al principio la membrana del tímpano (o tímpano) es la primera membrana branquial. Más tarde, penetra el mesodermo y la membrana timpánica queda constituida por el ectodermo de la primera hendidura branquial, mesodermo del primer y segundo arcos branquiales y endodermo de la fosa tubotimpánica.

La forma de las orejas cuando han completado su formación está sujeta a amplias variaciones individuales.

La membrana timpánica completa su desarrollo hacia el nacimiento.

La luz del conducto auditivo externo del neonato está llena de secreción sebácea, la *vernix caseosa* y células de descamación epitelial.

En el nacimiento el agujero estilomastoideo y el nervio facial que emerge por él quedan desprotegidos cerca de la superficie, hasta que la apófisis mastoideas no alcanza su completo desarrollo, hacia los 2 años de edad.



**100a-100j.** Desarrollo temprano y del conducto auditivo externo.

1. esbozo del miembro superior
2. conducto auditivo externo
3. ojo
4. primer arco (mandibular)
5. primera hendidura branquial
6. mandíbula
7. segundo arco (hioideo)
8. prominencias auriculares

**100a.** Estadio 100a (12 mm de longitud CR)

**100b.** Estadio 100b (12 mm de longitud CR)



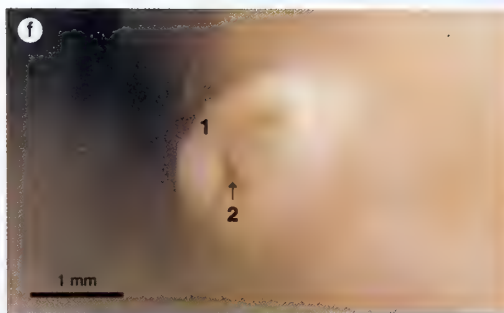
**100c.** Estadio 100c (16 mm de longitud CR)



**100d.** Estadio 100d (20 mm de longitud CR)

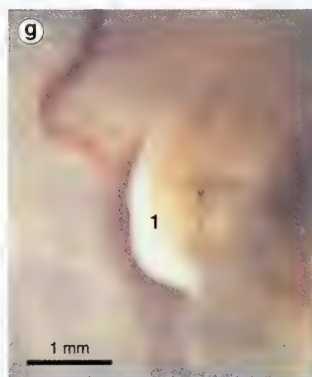


100e. Estado 22 (día 54) 27 mm de longitud CR



100f. Estado 22 (día 54) 27 mm de longitud CR

1. oreja  
2. trago

100g. Semana 8  
45 mm de longitud CR100h. Semana 9 48 mm  
de longitud CR100i. Semana 15  
95 mm  
de longitud CR100j. Semana 15  
130 mm  
de longitud CR

100k. Semana 24  
Origen de la oreja.  
La línea continua  
limita el área derivada  
del primer arco,  
mientras que la línea  
discontinua rodea  
el área derivada  
del segundo arco  
branchial. 228 mm  
de longitud CR



## Oído interno

Las placodas óticas (auditivas) son engrosamientos ectodérmicos (con una posible contribución del neuroectodermo) en la región del rombencéfalo, inmediatamente caudal a la masa acusticofacial, que, en cada lado, se invagina bajo la superficie y forma la vesícula ótica (otocisto) (semana 4). Los otocistos dan origen al laberinto membranoso del oído interno.

### OÍDO INTERNO

En la parte superior de la cara medial del otocisto aparece un divertículo cavitado que formará el conducto y saco endolinfáticos. Las partes superior e inferior del otocisto se ensanchan formando dos áreas: las divisiones utricular (vestibular) y la sacular (coclear); entre ellas queda una constricción denominada conducto utriculosacular. De la parte utricular se forman tres bolsas circulares, en cuya parte central las paredes se fusionan y se reabsorben. Sus partes periféricas persisten como los conductos semicirculares. El conducto lateral está dispuesto horizontalmente; el superior está en un plano frontal, y el conducto posterior está inicialmente en un plano frontal, para más tarde girar 90° y disponerse en un plano sagital. Los conductos superior y posterior comparten el *crus commune* (rama común), en la parte utricular del otocisto.

La parte sacular del otocisto se divide en dos regiones: una parte superior expandida que formará el sáculo, mientras que la parte inferior se enrosca dos veces y media para formar el conducto coclear y más tarde el caracol membranoso. La constricción que separa el sáculo del conducto coclear es el *ductus reuniens*.

El epitelio se transforma en neuroepitelio en seis regiones: una cresta en la ampolla de cada conducto semicircular, en las dos máculas (una en el utrículo y otra en el sáculo), y en el órgano espiral de Corti, situado a lo largo del conducto de la cóclea.

El ganglio geniculado del nervio facial se separa del complejo acusticofacial; el resto se divide en dos regiones, los ganglios vestibular y coclear (espiral). El ganglio vestibular envía conexiones a la mácula y a las crestas, y el órgano espiral de Corti recibe conexiones procedentes del ganglio coclear.

El mesodermo que rodea a las vesículas óticas forma la cápsula ótica cartilaginosa. Aparecen vacuolas en la cápsula, que se juntan y forman los espacios perilinfáticos. El laberinto membranoso agrandado está ahora bañado en perilinfa. El laberinto óseo del oído medio está formado por la restante cápsula ótica osificada.

- En las semanas 20-22 el oído interno ha alcanzado el tamaño adulto.

### OÍDO MEDIO

El oído medio se forma entre el oído interno en desarrollo y el conducto auditivo externo.

La fosa tubotimpánica, formada por endodermo de la primera bolsa branquial, crece entre el otocisto y el conducto auditivo externo. La parte distal de este divertículo se expande para formar la cavidad timpánica. La parte proximal forma la trompa auditiva o faringotimpánica (de Eustaquio). La cavidad del oído medio en desarrollo, rodea los tres huesillos (martillo, yunque y estribo), sus músculos y el nervio cuerda del tímpano, de manera que estos elementos se proyectan dentro de la cavidad a modo de una península cubierta por el epitelio de la cavidad. El martillo y el yunque están formados a partir del cartilago de Meckel (primer arco) y el estribo por el cartilago de Reichert (segundo arco).

El músculo del martillo se forma a partir del mesodermo del primer arco y el músculo del estribo a partir del segundo arco. Los músculos están nervados por los nervios de sus arcos, el nervio mandibular y el nervio facial, respectivamente.

En el feto avanzado la cavidad timpánica se expande y da lugar a la formación del antro timpánico o mastoideo.

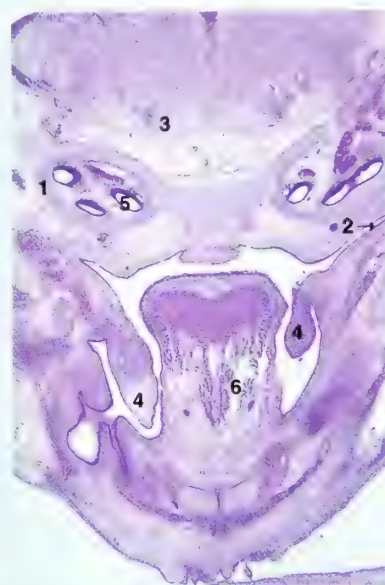
Los fetos prefieren sonidos rítmicos que los excesivamente ruidosos, suaves, simples o complejos.

- En el nacimiento es frecuente encontrar en la cavidad del oído medio, líquido amniótico o fluido secretado por el tracto respiratorio.

En el neonato la trompa auditiva tiene un curso horizontal y desemboca en la faringe en la unión de los paladares duro y blando. Hacia los 5-6 años de edad esta abertura ha ascendido hasta situarse posteriormente al cornete inferior.

La mayoría de las celdas mastoideas neumatizadas se forman después del nacimiento. La apofisis mastoideas aparece hacia los 2 años de edad y se desarrolla entre los 3 años y la pubertad.

En el niño y en el joven, la cisura petroscamosa del hueso temporal se abre directamente en el antro mastoideo del oído medio y constituye una vía de diseminación de las infecciones del oído medio hacia las meninges.

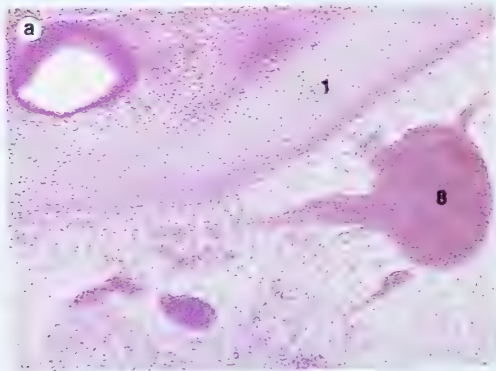


**101.** Estadio 21 (día 52). Sección transversal en parafina de los conductos semicirculares en desarrollo. 24 mm de longitud CR.

1. cápsula ótica cartilaginosa
2. trompa auditiva de Eustaquio
3. rombencéfalo
4. procesos palatinos laterales
5. conductos semicirculares
6. lengua

**101** cortesía de la CCHMS





**102a.** Semana 8.  
40 mm de longitud CR.

*102a* cortesía  
de la STT.



**102b.** Semana 13.  
95 mm de longitud CR.



**102c.** Semana 15.  
130 mm de longitud CR.

*102b* y *102c* cortesía  
de la CCHMS.



**102d.** Semana 21. Sección  
horizontal de la oreja izquierda.

*102d* cortesía  
del Dr. J. Wakeley.

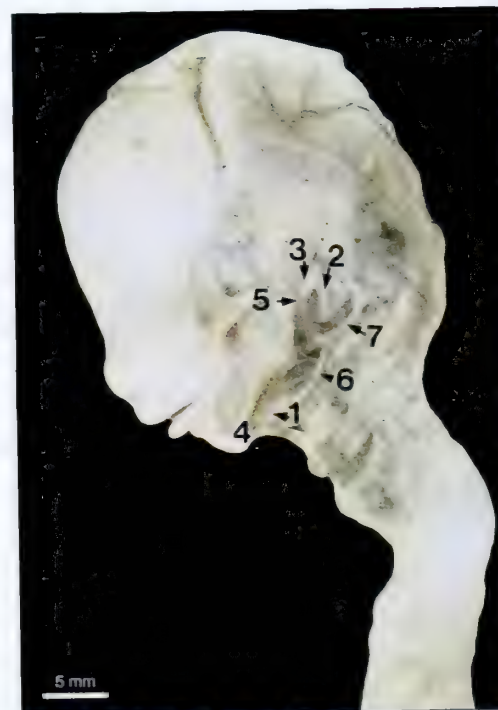
**102a-102d.** Secciones  
histológicas del desarrollo.

1. cartilago
2. caracol (coclea)
3. conducto coclear
4. derivados  
del primer arco
5. conducto auditivo  
interno
6. arteria carotida interna
7. porción petrosa del  
temporal
8. ganglio del nervio
9. vestíbulo
10. nervio estatoacústico



**103.** Yunque y hueso  
hioides (medial).

1. yunque
2. estribo



**104.** Semanas 13-14.  
Disección de la cabeza  
y del cuello para mostrar  
estructuras derivadas  
del primer y segundo  
arcos branquiales.

1. hioides
2. yunque
3. manto
4. mandíbula
5. cartilago de Meckel
6. ligamento estomodo
7. anillo timpánico

*104* cortesía de la RFHSM

# Faringe

## ARCOS Y HENDIDURAS BRANQUIALES (FARÍNGEOS/GEAS)

A comienzos de la 4.ª semana aparece una serie de protuberancias a cada lado de la línea media de lo que será la cabeza y el cuello. Se observan tanto interna como externamente. Estos arcos branquiales definen la parte craneal del intestino anterior o faringe. El intestino anterior se extiende desde la membrana oral hasta la desembocadura del colédoco. Al final de la 4.ª semana hay 6 pares de arcos branquiales, los dos últimos son rudimentarios. El quinto arco puede estar ausente. Habitualmente sólo se observan externamente tres arcos branquiales. Cada uno está separado del vecino por un surco o hendidura branquial. El aspecto externo es como las agallas o hendiduras de los peces. De los 6 arcos, el primero es conocido como arco mandibular y el segundo como arco hioideo. El primer arco se divide en dos prominencias o procesos, uno forma la mandíbula y el segundo contribuye a formar el maxilar. El segundo arco contribuye a la formación del hueso hioideo y del área adyacente. Cada arco está cubierto externamente por el ectodermio y internamente por el endodermio del intestino anterior, y tiene un núcleo de mesodermio. Las células de la cresta neural, principal origen del mesodermio de la cabeza, emigran dentro de cada arco y rodean al núcleo mesodérmico. El mesodermio y la cresta neural formarán músculos, derivados esqueléticos y tejido conectivo. Cada arco contiene además una arteria, una barra cartilaginosa y un nervio procedente del encéfalo.

Durante la 5.ª semana el arco hioideo cubre a los arcos tercero y cuarto formando el seno cervical. Gradualmente las hendiduras y el seno cervical son menos reconocibles y el cuello se alisa.

Los músculos de los arcos branquiales forman músculos estrados de la cabeza y del cuello.

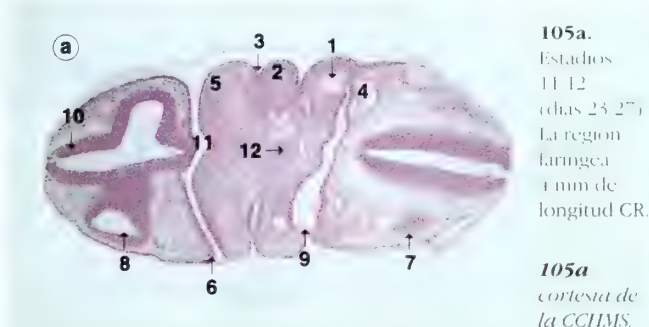
Los nervios de los arcos branquiales son: primero, trigemino; segundo, facial; tercero, glosofaríngeo; cuarto, laríngeo superior, ramo del nervio vago, y sexto, nervio laríngeo recurrente, ramo del vago.

Para conocer los derivados de las arterias de los arcos branquiales ver «Vasos sanguíneos», y para conocer los derivados de los cartílagos de los arcos branquiales ver en «Cráneo» el apartado «Viscerocráneo».

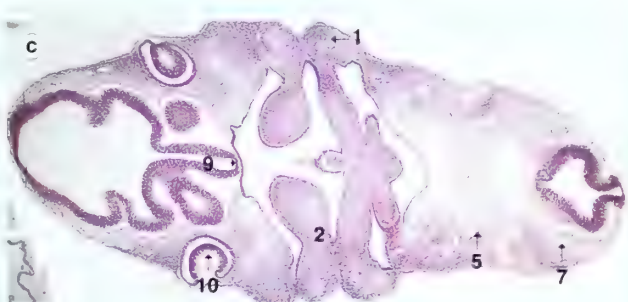
## BOLSAS FARÍNGEAS

El endodermio del intestino anterior tapiza la cara interna de los arcos branquiales que protruyen en el interior de la faringe. Cada arco está separado del siguiente por un surco o hendidura llamada bolsa faríngea. En la bolsa el endodermio contacta con el ectodermio de la hendidura branquial formando las membranas branquiales o faríngeas. Las primeras bolsas están claramente definidas, mientras que la quinta es rudimentaria o falta.

La parte dorsal de la primera bolsa forma la fosa tubotimpánica (cavidad timpánica, antro mastoideo o trompa auditiva); la parte dorsal de la segunda bolsa contribuye a la formación de la amígdala palatina. Las partes ventrales de la primera y segunda bolsas se obliteran por la formación de la lengua. La parte dorsal de la tercera bolsa forma la paratiroides inferior, mientras que la parte ventral forma la glándula tímica. La parte dorsal de la cuarta bolsa origina la paratiroides superior mientras que su parte ventral forma el cuerpo ultimobranquial.



- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. arco aórtico             | 7. cresta neural              |
| 2. arco branquial (segundo) | 8. vesícula óptica            |
| 3. hendidura branquial      | 9. bolsa faríngea             |
| 4. aorta dorsal             | 10. prosencéfalo (diencefalo) |
| 5. proceso mandibular       | 11. estomodeo                 |
| 6. proceso maxilar          | 12. divertículo tiroideo      |



- |                             |                           |                               |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1. arco aórtico (segundo)   | 5. nervio hipogloso (XII) | 9. neurohipofisis             |
| 2. arco branquial (primero) | 6. hígado                 | 10. vesícula biliar           |
| 3. ojo                      | 7. miotoma                | 11. vesícula ótica (otocisto) |
| 4. corazón                  | 8. placoda olfatoria      |                               |

## Cuello

Aproximadamente hacia el final de la 8.<sup>a</sup> semana, el embrión ha desarrollado el cuello, como consecuencia de la extensión parcial de la cabeza.

- Un importante hecho en el desarrollo del cuello, es el «descenso» asociado del corazón.
- La extensión de la cabeza es importante en la formación del paladar durante las semanas 8-10.
- En el nacimiento, la musculatura del cuello y del tronco no está suficientemente desarrollada para sostener la gran cabeza, que debe aguantar cuando el niño se levante.

### 106a-106c. Desarrollo del cuello



**106a.** Estadio 16  
(día 37). 12 mm  
de longitud CR.



**106b.** Estadio 19  
(días 47-48) 20 mm  
de longitud CR.



**106c.** Semana 13.  
92 mm de longitud CR ♀.

1. amnios y corion
2. miembro superior
3. encéfalo
4. corazón
5. miembro inferior
6. hígado
7. cuello
8. cordón umbilical



**107a-107e.** Vista posterior del desarrollo del cuello.

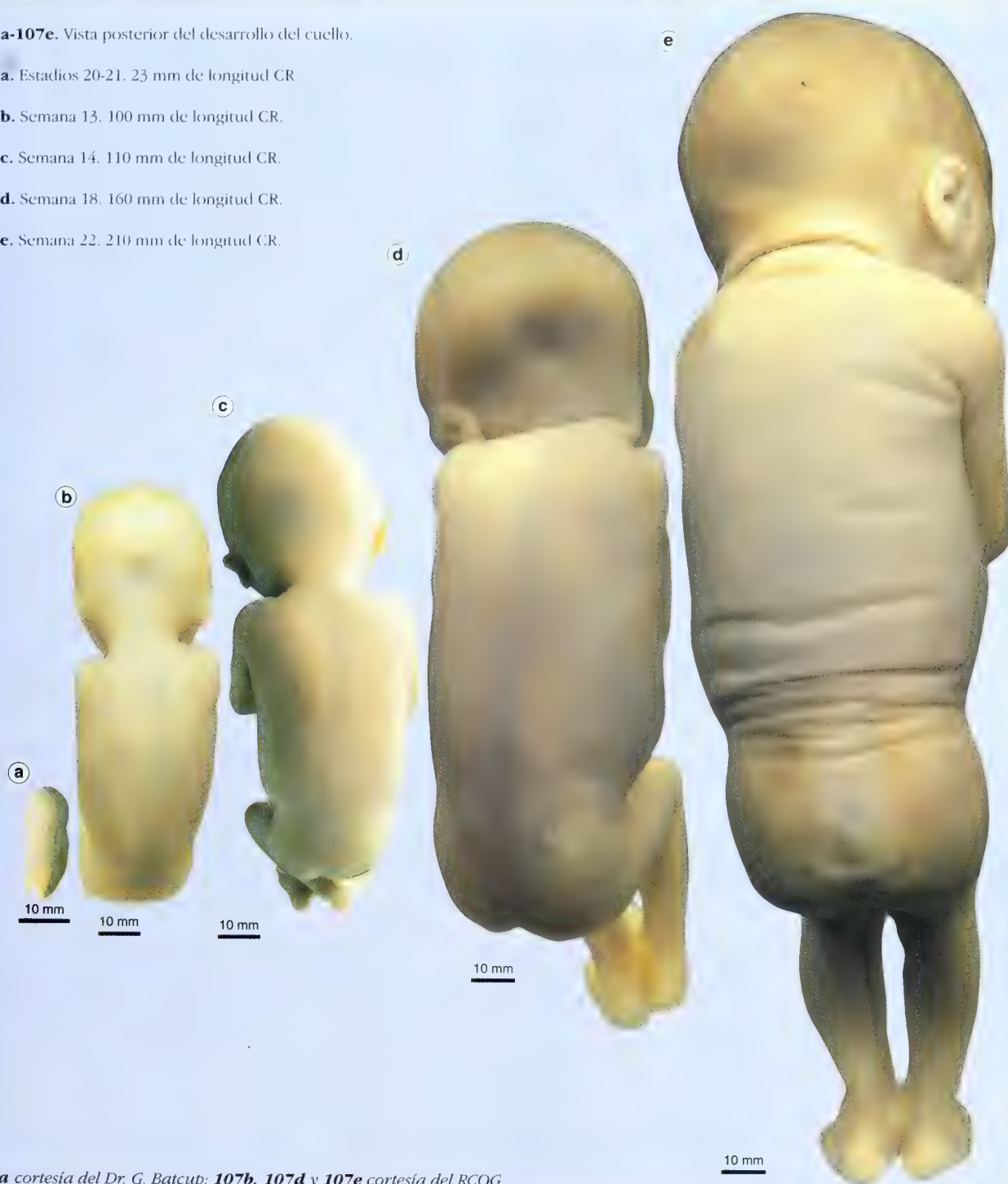
**107a.** Estadios 20-21. 23 mm de longitud CR

**107b.** Semana 13. 100 mm de longitud CR.

**107c.** Semana 14. 110 mm de longitud CR.

**107d.** Semana 18. 160 mm de longitud CR.

**107e.** Semana 22. 210 mm de longitud CR.



**107a** cortesía del Dr. G. Batcup; **107b**, **107d** y **107e** cortesía del RCOG.

## Tiroides

Durante las semanas 3-4 aparece un divertículo tiroideo endodérmico cavitado, que está situado en la línea media del suelo de la faringe, y frente a las cuartas bolsas faríngeas. Este divertículo sólido bilobulado está en estrecho contacto con el saco aórtico, junto con el que desciende durante el desarrollo del cuello. Durante su emigración la glándula se dispone ventral al hueso hioides y a los cartílagos laríngeos; su pedículo es arrastrado y forma el conducto tirogloso, y su lugar de origen se reconoce en la lengua como el *foramen cecum*. La porción distal del conducto forma el lóbulo piramidal del tiroides, mientras que el resto del conducto desaparece durante la 5.ª semana.

Hacia la 7.ª semana la glándula ha alcanzado su sitio en el cuello. El cuerpo ultimobranquial (cuarta bolsa faríngea) se fusiona con el tiroides y origina las células parafoliculares o células «C» de la glándula tiroides. Estas células derivan de la cresta neural y almacenan y segregan calcitonina para regular las concentraciones de calcio en los líquidos corporales. La masa sólida endodérmica original es infiltrada por mesodermo vascular que divide al endodermo en placas. En la 10.ª semana estas placas se organizan en grupos de células acumuladas alrededor de la luz de los folículos.

El coloide aparece en los folículos durante la 11.ª semana y la tiroxina hacia la 18.ª semana.

Ocasionalmente los restos del conducto tirogloso persisten y pueden dar lugar a tejido tiroideo aberrante, senos, quistes y fistulas de la línea media.

Si el descenso tiroideo falla se desarrolla una glándula tiroides sublingual.

## PARATIROIDES

Las glándulas paratiroides superiores se desarrollan a partir del endodermo de las cuartas bolsas faríngeas. Las glándulas paratiroides inferiores se desarrollan a partir del endodermo de las terceras bolsas faríngeas. Sus primordios aparecen como brotes cuyas células forman las células principales, mientras que el mesodermo vascular infiltra el primordio para formar la red capilar.

La cuarta bolsa faríngea da lugar al cuerpo ultimobranquial, así como a la glándula paratiroides superior que se encuentra en la cara posterior del tiroides. De la tercera bolsa faríngea se origina la glándula tímica, así como la paratiroides inferior. Cuando el timo se desplaza caudalmente, la paratiroides inferior es arrastrada caudalmente hacia su posición final en la cara dorsal del tiroides, por debajo de las paratiroides superiores.

Durante la 12.ª semana se produce la hormona paratiroidea, que se cree interviene en el metabolismo del calcio fetal.

Entre el nacimiento y la pubertad, las glándulas paratiroides duplican su tamaño.

**108a-108f.** Desarrollo del tiroides. Vista desde la superficie ventral (frente)



**108a.** Embrión de 16-18 mm (días 57-60). Tiroides ventral. Vista desde el lado derecho. 1 mm de longitud CR.



**108b.** Estadio 19 (días 47-48). 20 mm de longitud CR.



**108c.** Semana 9. 50 mm de longitud CR ♀.

### 108a

1. proceso mandibular
2. tórax
3. primordio del timo
4. primordio del tiroides

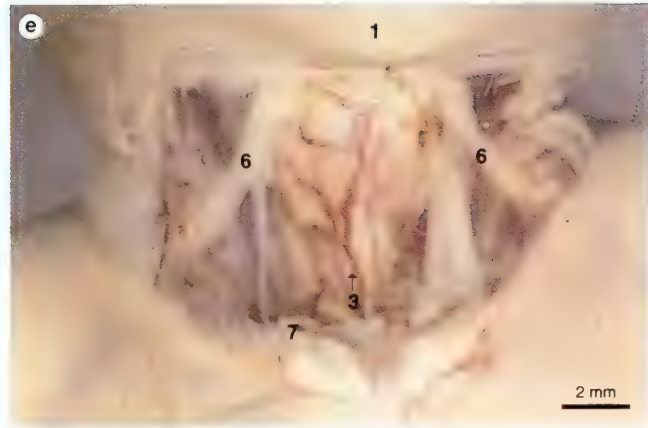
### 108b y c

1. arteria carótida común
2. cartilago cricoides
3. venas tiroideas inferiores
4. istmo del tiroides
5. lóbulo de la glándula tiroides
6. músculo esternocleidomastoideo



**108d.** Semana 12. Vista desde el frente y la derecha. 85 mm de longitud CR ♀.

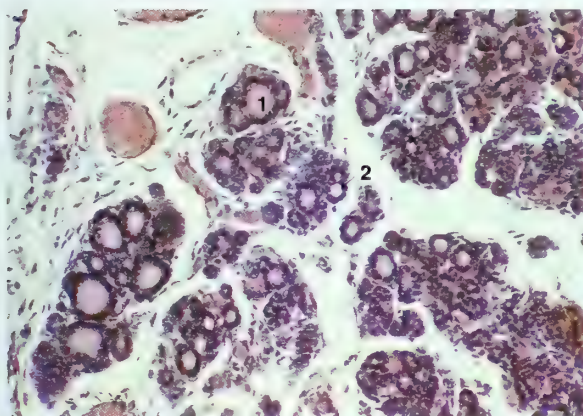
1. mentón
2. cartilago cricoides
3. venas tiroideas inferiores
4. istmo del tiroides
5. lóbulo de la glándula tiroides
6. músculo omohioideo
7. músculo esternocleidomastoideo
8. conducto tirogloso



**108e.** Semana 13. 97 mm de longitud CR ♂.



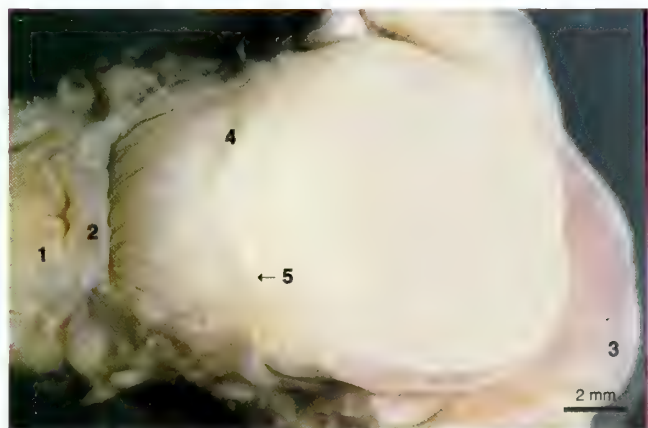
**108f.** Semana 13. 101 mm de longitud CR ♀.



**109.** Semana 12. Sección transversal del tiroides. 85 mm CR

1. coloide
2. epitelio cuboideo

*109 cortesía de la QTB*



**110.** Semana 13. Dorso de la lengua, mostrando el *foramen cecum*. 100 mm de longitud CR ♀

1. primer surco
2. epiglottis
3. foramen cecum
4. surco terminal
5. papilas caliciformes



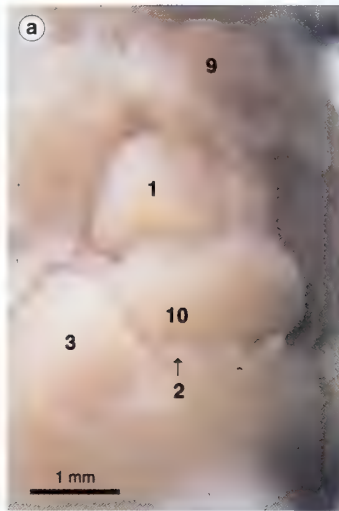
## Timo

El timo se forma a partir de dos masas bilaterales, fusionadas en la línea media, y procedentes de las terceras bolsas faríngeas. Hacia la 10.<sup>a</sup> semana las células primordiales linfoides infiltran a las masas endodérmicas del timo, así como al mesodermo adyacente y a las células procedentes de la cresta neural. Las células epiteliales derivadas del endodermo forman los corpúsculos tímicos de Hassall y el citoretículo.

Después de la 10.<sup>a</sup> semana los linfocitos jóvenes originados en el timo pasan a la circulación y «siembran» el bazo, los ganglios linfáticos y las placas de Peyer, en donde se multiplican.

El timo es prominente y ocupa una gran parte del mediastino superior.

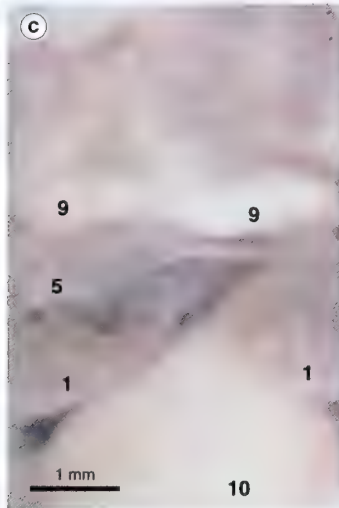
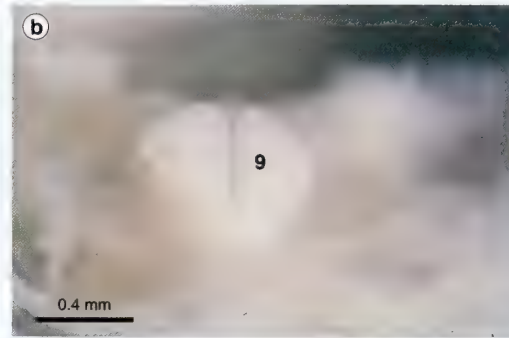
- En el neonato es más común que el timo tenga forma bilobulada, aunque puede ser trilobular o no tener una lobulación definida.
- Alcanza su mayor tamaño hacia los 12 años en las mujeres y hacia los 14 años en los varones.
- Después de la pubertad, el timo se infiltra de grasa y, en edades avanzadas, aparece como una pequeña masa de tejido fibroso.



**111a-111h.** Vista ventral del timo en desarrollo.

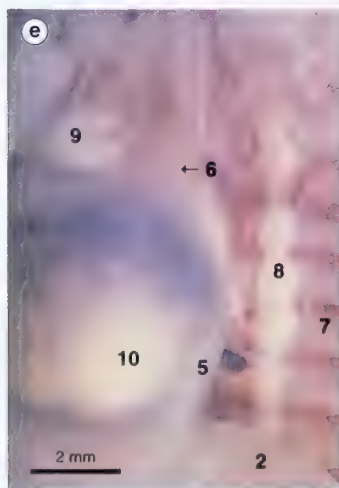
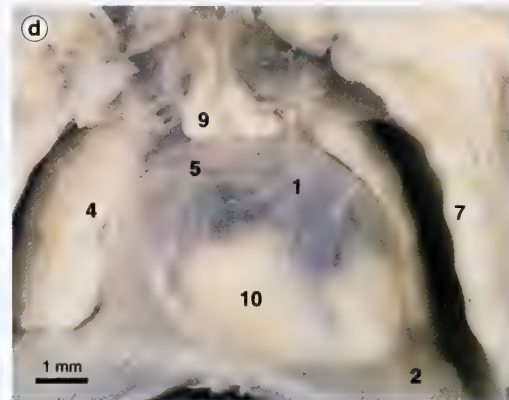
**111a.** Estadios 16-17 (días 37-41). 12 mm de longitud CR

**111b.** Estadios 16-18 (días 37-44). 14 mm de longitud CR.

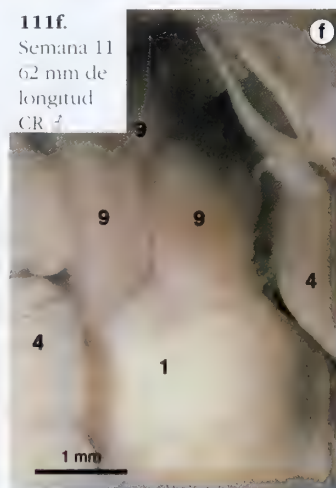


**111c.** Semana 9. 48 mm de longitud CR.

**111d.** Semana 9. 50 mm de longitud CR.

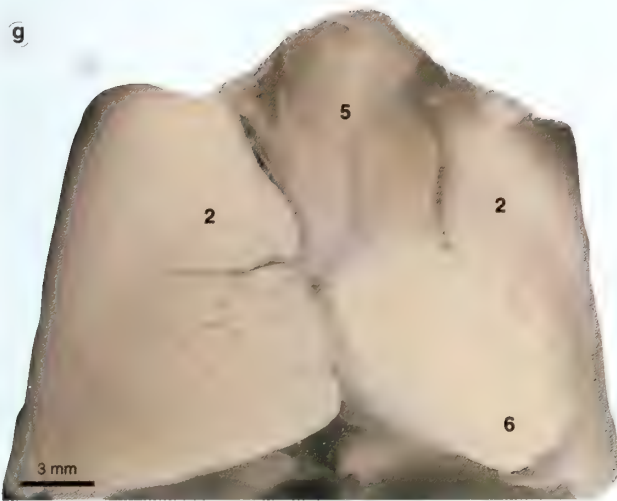


**111e.** Semana 10. 57 mm de longitud CR ♂



**111f.** Semana 11. 62 mm de longitud CR ♂

1. aurícula
2. diafragma
3. hígado
4. pulmón
5. pericardio
6. nervio frénico
7. costilla
8. cadena simpática
9. timo
10. ventrículo

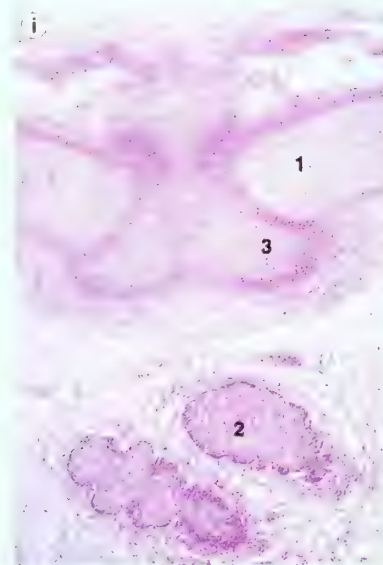


**111g.** Semana 15  
123 mm  
de longitud CR ♂

1. cartilago diferenciado, cartilago anterior de la aorta;
2. pulmón;
3. pericardio;
4. costilla;
5. timo;
6. ventrículo.



**111h.** Semana 17. Vista del lado derecho del timo en desarrollo  
152 mm de longitud CR ♂.

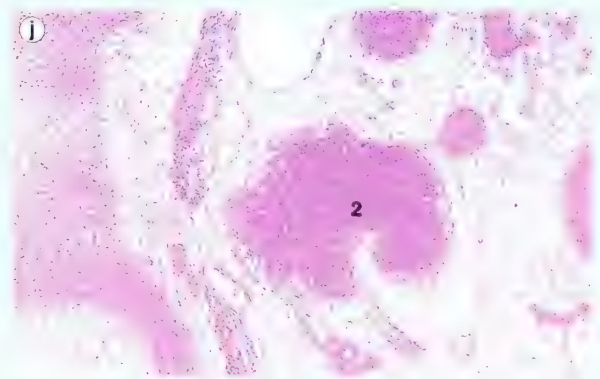


**111i.** Estadio 23  
(días 56-57)  
Sección transversal  
a través del  
manubrio esternal  
y de la glándula  
timica en  
desarrollo. 28 mm  
de longitud CR

1. clavícula
2. timo
3. dos placas del  
manubrio esternal

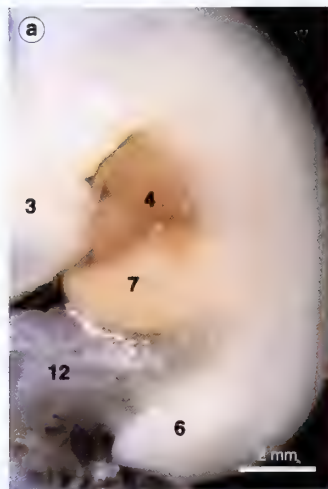
**111j.** Semana 8  
Sección transversal  
a través del timo  
40 mm  
de longitud CR

**111i** cortesía de la LHSM



**111j** cortesía de la St T.

# Tórax



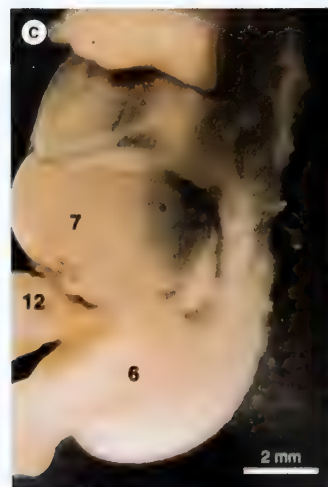
**112a-112j.** Cambios en especímenes con el tórax y el abdomen disecado.

**112a-112c.** Vista lateral

**112a.** Estadio 17 (día 41)  
12 mm de longitud CR



**112b.** Estadios 17-18  
(días 41-42) 11 mm  
de longitud CR



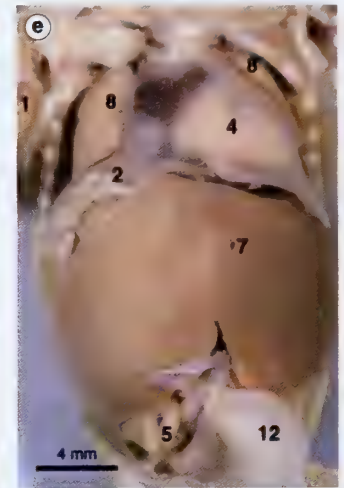
**112c.** Estadio 19  
(días 47-48) 20 mm  
de longitud CR

1. miembro superior
2. diafragma
3. cabeza
4. corazón
5. intestinos
6. miembro inferior
7. hígado
8. pulmón
9. mesonetros
10. estómago
11. hinc
12. cordón umbilical

## Organización general del cuerpo humano

El tronco y el abdomen primitivos (semanas 6-8) están dominados por el aspecto del corazón y del hígado. A medida que crece el feto, estos dos órganos disminuyen su tamaño relativo respecto al resto del cuerpo.

En el momento del nacimiento, el lado derecho del hígado es más grande que el lado izquierdo debido a su crecimiento preferente.



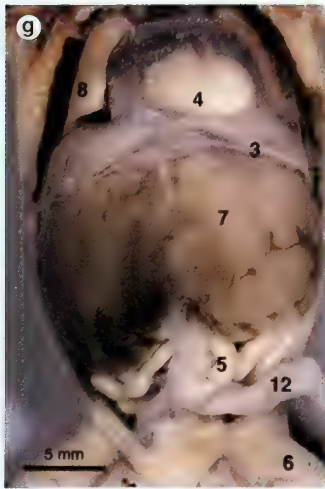
**112d-112j.** Vista ventral

**112d.** Semana 8 34 mm  
de longitud CR

**112e.** Semana 9 48 mm  
de longitud CR 3

**112f.** Semana 9 50 mm  
de longitud CR 2

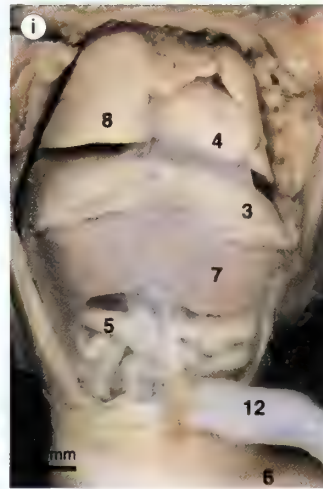




**112g.** Semana 11. 65 mm de longitud CR.



**112h.** Semana 13. 92 mm de longitud CR.



**112i.** Semana 15. 101 mm de longitud CR.

1. cerebro
2. corazón
3. pulmones
4. hígado
5. intestino
6. membrana amniótica
7. placenta
8. membrana corionica
9. vejiga
10. testículo
11. esfínter
12. membrana corionica
13. membrana amniótica



**112j.** Semana 18. 152 mm de longitud CR.



**113.** Semana 22. Sección sagital media para ilustrar la posición de los órganos vitales. 159 mm de longitud CR.

*113 cortesia de la RLHSM*

## Corazón

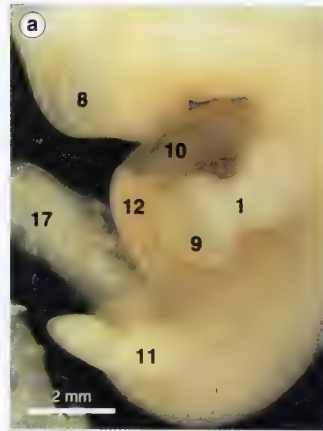
El corazón se desarrolla a partir del mesodermo esplacnopleural, el cual forma un área en forma de herradura en la parte anterior del disco embrionario. En esta región se forman dos tubos endoteliales (días 18-19) que se fusionan, el día 22, para formar un único tubo cardíaco. En el polo caudal (venoso) del corazón desembocan las venas umbilicales, mientras que del polo cefálico (arterial) parten las dos arterias primitivas. El mesodermo esplacnopleural circundante se condensa para formar el manto mioepicardiaco. Entre el tubo endocardiaco y el tubo del manto, el tejido conectivo forma la gelatina cardíaca, la cual se desarrolla como el tejido subendocardiaco. El tubo interno formará el endocardio, mientras que el tubo externo formará el miocardio y el epicardio. Mientras se forman los pliegues cefálicos, el tubo cardíaco va a situarse dorsal al celoma y ventral al intestino. El corazón está suspendido de un mesenterio dorsal (mesocardio). A través de este mesocardio se forma más tarde el seno transverso.

El tubo cardíaco se divide en dilataciones, que, en orden cefalocaudal, son el bulbo cardíaco, el ventrículo primitivo y la aurícula. Pronto se reconoce el tronco arterioso, por encima del bulbo cardíaco, que se comunica con el saco aórtico. Debajo de la aurícula aparece el seno venoso, que posee dos cuernos. Cada uno de ellos está formado por la confluencia de una vena cardinal común, una vena umbilical y una vena vitelina.

Mientras el tubo cardíaco continúa creciendo, se forma a partir del ventrículo primitivo un asa bulboventricular en forma de «U», y el bulbo cardíaco se comba hacia la izquierda y hacia arriba. Mientras se forma el asa cardíaca, la aurícula se desplaza cranealmente al asa bulboventricular, junto a la cual se adosa. El seno venoso se desplaza hacia arriba, situándose dorsal a la aurícula. La aurícula primitiva se expande hacia la derecha y hacia la izquierda. La división entre el bulbo cardíaco y el ventrículo se pierde, formándose una sola cámara ventricular.

El corazón comienza a contraerse el día 22 y se establece una circulación de flujo y de reflujo. Hacia el final de la 4.<sup>a</sup> semana la circulación es unidireccional. El corazón se divide internamente entre las semanas 4 y 5.

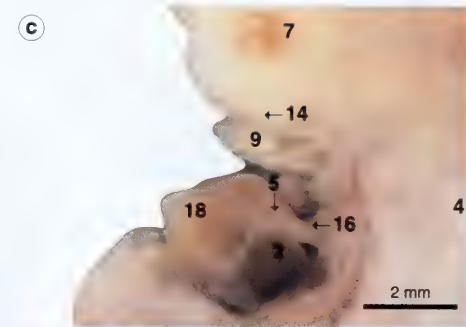
- |                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| 1. esbozo del m. s.          | 10. corazón          |
| 2. aurícula                  | 11. esbozo del m. i. |
| 3. orejuela auricular        | 12. hígado           |
| 4. espalda                   | 13. pulmón           |
| 5. bulbo cardíaco            | 14. boca             |
| 6. arteria carótida común    | 15. tronco pulmonar  |
| 7. ojo                       | 16. tronco arterioso |
| 8. prosencefalo              | 17. cordón umbilical |
| 9. placa de la mano (paleta) | 18. ventrículo       |



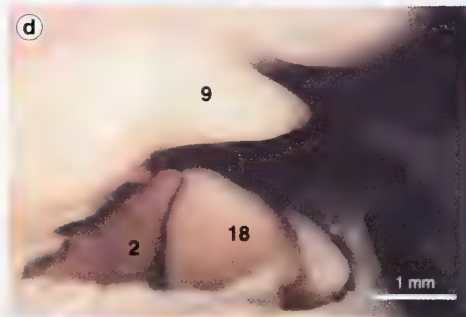
**114a.** Estado 17 (día 41). Corazón *in situ*, visto desde el lado izquierdo. 12 mm de longitud CR.



**114b.** Estadios 16-17 (días 37-41). Vista desde la cara ventral de los ventrículos que forman una única cámara.



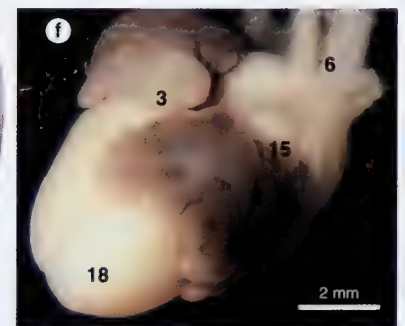
**114c.** Estado 19 (días 47-48). Están formados los dos ventrículos. Se ha eliminado el miembro superior izquierdo. Vista desde la izquierda. 20 mm de longitud CR.



**114d.** El mismo embrión de la figura 114c, visto desde el lado derecho.



**114e.** Semana 9. Corazón y pulmones disecados, vistos en su superficie ventral. 18 mm de longitud CR.



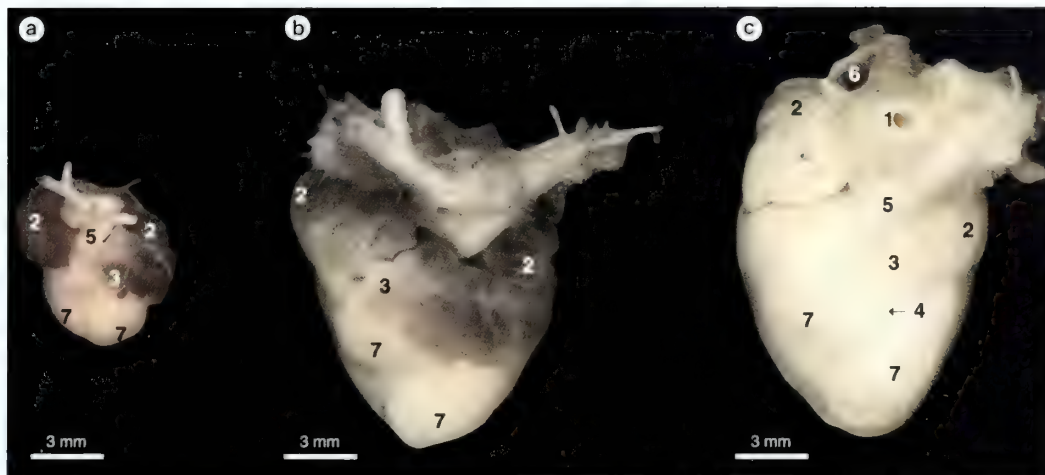
**114f.** Semana 10. Corazón disecado, visto desde la izquierda. 57 mm de longitud CR.

**114a-114f.**  
Características  
externas del  
corazón en  
desarrollo



**115a-115c.** Vista ventral de una serie de corazones en desarrollo.

1. aorta
2. aurícula
3. orejuela
4. vena y arteria interventriculares anteriores
5. tronco pulmonar
6. vena cava superior
7. ventrículo



**115a.** Semana 9. 48 mm de longitud CR.

**115b.** Semana 13. 92 mm de longitud CR ♀.

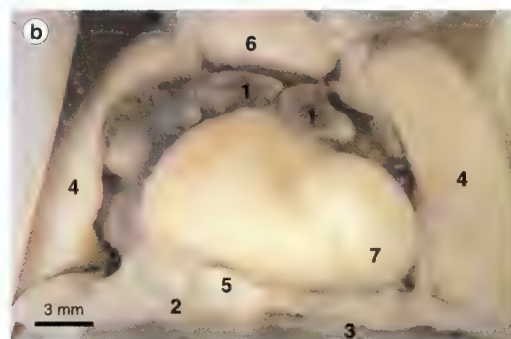
**115c.** Semana 15. 123 mm de longitud CR ♀.

**116a y 116b.** Semana 10. Corazón *in situ* con el pericardio y después de su eliminación. 56 mm de longitud CR.

1. orejuela
2. diafragma
3. hígado
4. pulmón
5. pericardio
6. timo
7. ventrículo



**116a.** Con pericardio



**116b.** Pericardio eliminado

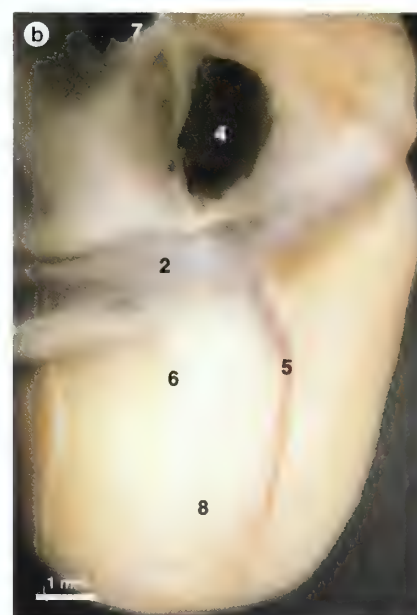
**117a y 117b.** Semana 13. Circulación sanguínea de la superficie externa del corazón. 92 mm de longitud CR ♀.

1. orejuela
2. seno coronario
3. vena y arteria interventriculares anteriores
4. vena cava inferior
5. vena interventricular posterior
6. vena posterior del ventrículo izquierdo
7. vena pulmonar
8. ventrículo



**117a.** Vista de la superficie ventral.

**117b.** Vista de la superficie dorsal.





## AURICULA

## División del canal auriculoventricular

En las paredes dorsal y ventral del canal auriculoventricular se forman las almohadillas endocárdicas. Durante la 5.ª semana las almohadillas crecen la una hacia la otra, se fusionan (almohadilla auriculoventricular), y dividen el canal en dos mitades: derecha e izquierda.

## Tabicación de la aurícula primitiva

El seno venoso desemboca en la futura aurícula derecha. A cada lado de la abertura del seno venoso se forman las valvas venosas derecha e izquierda, que encima del seno venoso se fusionan y forman el *septum spurium*. En la 6.ª semana se forma, en la pared dorsal de la aurícula, el *septum primum*, que es un tabique medio en forma de media luna. Este tabique crece hacia la pared ventral, dividiendo completamente la aurícula primitiva en dos cavidades y fusionándose con la almohadilla auriculoventricular. A medida que el *septum primum* se acerca a la almohadilla auriculoventricular, se reduce progresivamente la abertura entre ambas aurículas (*foramen primum*). Cuando el *septum primum* se fusiona con la parte izquierda del rodete, el *foramen primum* desaparece y se forma cerca del borde dorsal el *foramen secundum*.

Hacia el final de la 5.ª semana, en la pared ventrocranial aparece el *septum secundum*. Crece, en forma de media luna, hacia la pared dorsocaudal, entre el *septum primum* y el *septum spurium*. Este tabique es incompleto dejando una abertura, el agujero oval. El *septum primum* degenera en su punto de origen dorsal, y el *septum* restante forma la válvula del agujero oval.

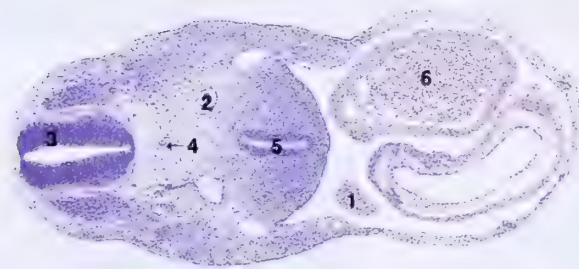
## Seno venoso

Toda la sangre venosa alcanza la aurícula derecha a través del seno venoso, que posee dos cuernos de igual tamaño, derecho e izquierdo. Durante la 4.ª semana se agranda el cuerno derecho, mientras que el cuerno izquierdo se convierte en una vena tributaria que dará lugar al seno coronario. Estos cambios son el resultado de dos cortocircuitos sanguíneos de izquierda a derecha (v. «Vasos sanguíneos»). La aurícula en crecimiento incorpora el cuerno venoso derecho en su pared dorsal. Las venas cardinales anterior derecha y común forman la vena cava superior; la vena vitelina derecha se transforma en la parte terminal de la vena cava inferior y la vena umbilical derecha involuciona y desaparece. La mayor parte de la aurícula deriva del seno venoso y forma la pared lisa. La aurícula primitiva forma la orejuela, que posee músculos pectíneos en sus paredes.

De la unión del *septum spurium* con la parte superior de la valva derecha del seno venoso se forma la cresta terminal. La parte inferior de la valva venosa derecha forma las válvulas de la vena cava inferior y del seno coronario.

Una única vena pulmonar desemboca en la aurícula izquierda. Cuando la aurícula crece incorpora en sus paredes a la vena pulmonar y a sus cuatro tributarias (dos para cada pulmón). Esta parte de la aurícula es de pared lisa, mientras que la parte derivada de la aurícula primitiva tiene músculos pectíneos en sus paredes.

a

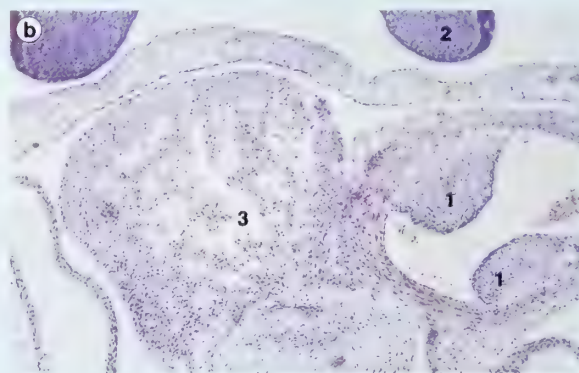


**118a.** Estadios 12-13 (días 25-28). Sección transversal a través del corazón temprano 5 mm de longitud CR

**118a** continúa de la colección Boyd

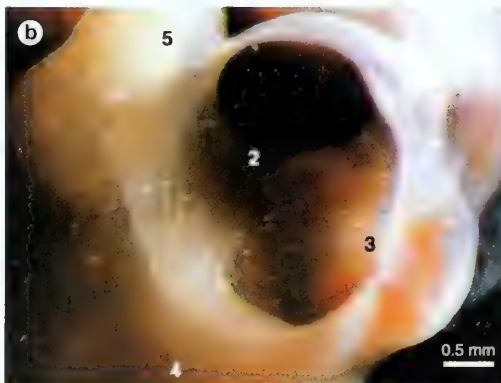
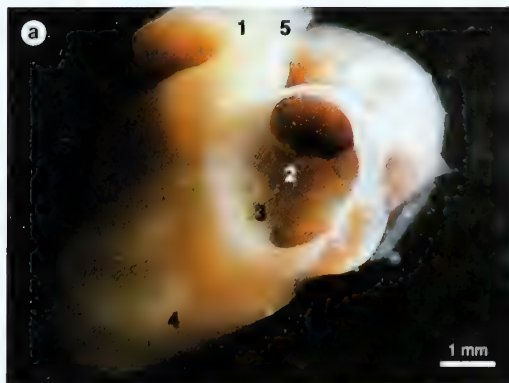
1. aurícula
2. aorta dorsal
3. tubo neural
4. notocorda
5. tubo traqueoesofágico
6. ventrículo

b



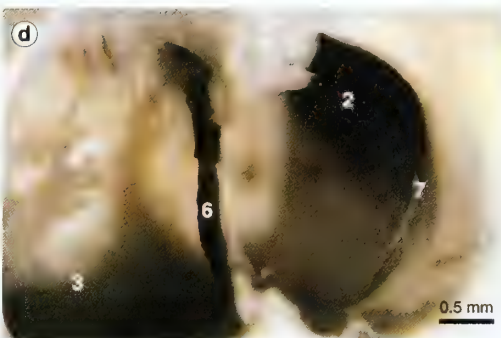
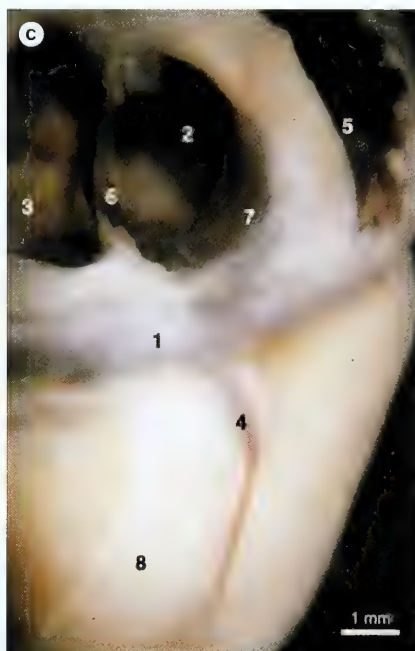
**118b.** Estadios 15-16 (días 33-39). Sección transversal a través del ventrículo primitivo 10 mm de longitud CR.

1. rodets del cono
2. proceso nasal medial
3. ventrículo



**119a y 119b.** Etadio 19 (días 47-48). El *septum primum* visto a través de la aurícula izquierda abierta. 20 mm de longitud C.R.

1. aorta
2. *septum primum* en desarrollo
3. aurícula izquierda con las almohadillas endocárdicas fusionadas
4. ventrículo izquierdo
5. tronco pulmonar



**119c y 119d.** Semana 13. Para observar los tabiques se ha abierto la superficie dorsal de la aurícula izquierda. Se ha ampliado artificialmente el espacio que hay entre ambos tabiques. 92 mm de longitud C.R.

1. seno coronario
2. agujero oval (ensanchado)
3. aurícula izquierda
4. vena interventricular posterior
5. aurícula derecha
6. *septum primum*
7. *septum secundum*
8. ventrículo

## VENTRÍCULO

**Tabicación del ventrículo primitivo**

El ventrículo primitivo está dividido en dos mitades, derecha e izquierda, por un tabique interventricular, que se origina en el suelo cerca del vértice del ventrículo primitivo. Este tabique, con forma de media luna, crece cranealmente hacia la almohadilla auriculoventricular. Durante la 7.<sup>a</sup> semana se fusionan el rodete bulbar derecho, el rodete bulbar izquierdo y la almohadilla auriculoventricular, desapareciendo el agujero interventricular, que estaba entre el extremo del tabique interventricular y las almohadillas endocardiáceas.

**Paredes ventriculares**

Se forman unas masas esponjosas de fascículos musculares, alguno de los cuales forman trabéculas carnosas y otros músculos papilares y cuerdas tendinosas.

**División del bulbo cardíaco y del tronco arterioso**

Durante la 5.<sup>a</sup> semana aparecen en el bulbo cardíaco y el tronco arterioso, dos rodetes opuestos entre sí, que adoptan una disposición en espiral y se dirigen en sentido descendente hacia el corazón. Estos rodetes se fusionan (tabique espiroideo) en la línea media y dividen el bulbo cardíaco y el tronco arterioso en dos vasos, la aorta y el tronco pulmonar. El bulbo cardíaco se incorpora finalmente en los ventrículos, el infundíbulo en el ventrículo derecho, y el vestíbulo aórtico en el ventrículo izquierdo.

**Válvulas cardíacas**

Las válvulas semilunares de la aorta y del tronco pulmonar se forman a partir de tres tubérculos subendoteliales. Estos tubérculos se ahuecan y forman las cúspides. Las válvulas tricúspide y mitral se forman de manera similar.

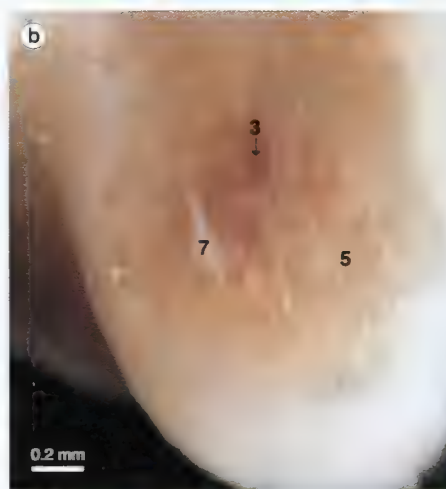
**Sistema de conducción**

El nódulo sinoauricular se forma en la pared derecha del seno venoso y se incorpora en la aurícula derecha. Células de la pared izquierda del seno venoso se incorporan en el tabique interauricular y, junto con células de la región del conducto auriculoventricular, forman el nódulo atrioventricular y el haz de His.



**120a y 120b.** Estadio 19 días 47-48. El ventrículo visto desde la izquierda. Se ha disecado la pared 2 mm de longitud CR.

1. aorta
2. vena
3. agujero interventricular
4. aurícula izquierda
5. ventrículo izquierdo
6. tronco pulmonar
7. trabéculas carnosas



**121.** Semana 9. Circulación sanguínea de la superficie dorsal del corazón. 48 mm de longitud CR ♀.

1. pulmón
2. vena interventricular posterior y rama interventricular posterior de la arteria coronaria derecha
3. vena posterior del ventrículo izquierdo
4. ventrículo



## CIRCULACIÓN FETAL.

La sangre oxigenada procedente de la placenta regresa al feto a través de la vena umbilical, que corresponde a la vena umbilical izquierda del feto.

Parte de la sangre oxigenada pasa a través de los sinusoides hepáticos y parte a través del cortocircuito que representa el conducto venoso en el hígado. Esta sangre alcanza la vena cava inferior, donde se mezcla con la sangre venosa procedente de los miembros inferiores, pelvis y abdomen. Esta sangre entra en la aurícula derecha y es dirigida hacia el agujero oval por la válvula de la vena cava inferior. El borde inferior del *septum secundum* (*crista dividens*) desvía la corriente sanguínea en dos corrientes desiguales. El flujo mayor pasa a través del agujero oval; el flujo menor se mezcla con el retorno venoso procedente de la vena cava superior y pasa al ventrículo derecho, desde donde alcanza la arteria pulmonar, conducto arterioso, aorta descendente y regresa a la placenta, a través de las arterias umbilicales. Parte es también distribuida a las vísceras. Sólo una pequeña parte pasa hacia los pulmones como consecuencia de la elevada resistencia vascular pulmonar.

La corriente principal, que pasa a través del agujero oval hacia la aurícula izquierda, se mezcla con sangre que regresa desde los pulmones, entra en el ventrículo izquierdo y pasa después a la aorta ascendente, que la distribuye por la cabeza, cuello y miembros superiores.

## CAMBIOS EN EL NACIMIENTO

En el nacimiento el agujero oval, el conducto arterioso, el conducto venoso, las arterias umbilicales y la vena umbilical dejan de ser funcionales.

Con la interrupción de la circulación placentaria, hay un descenso en la tensión arterial de la vena cava inferior y de la aurícula derecha. Como consecuencia de que los pulmones están aireados y el flujo sanguíneo pulmonar aumenta considerablemente, la presión en la aurícula izquierda es mayor que en la aurícula derecha. Este incremento de presión desplaza el *septum primum* contra el *septum secundum* y cierra el agujero oval.

El conducto arterioso se contrae tras el nacimiento, así como las arterias umbilicales. La ligadura del cordón umbilical se demora entre un minuto y dos, para permitir que regrese al neonato sangre procedente de la placenta, por medio de la vena umbilical.

Más tarde el conducto arterioso, el conducto venoso y los vasos umbilicales se ocluyen por la proliferación de tejido endotelial y fibroso.

La vena umbilical se transforma en el ligamento redondo, en donde habitualmente persiste una reducida pero manifiesta luz, aun en el adulto.

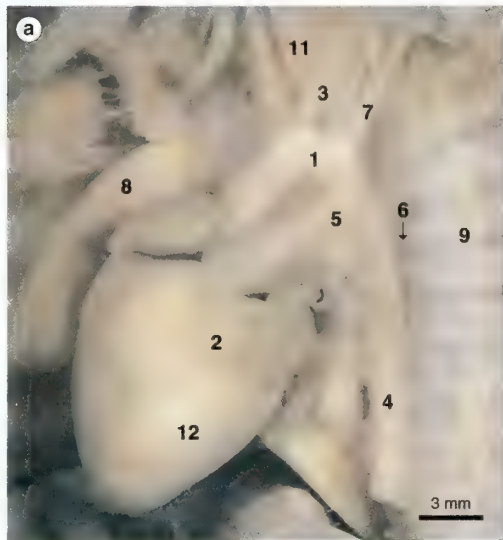
Las arterias umbilicales permanecen distalmente como los ligamentos umbilicales mediales; proximalmente, mantienen su función y dan lugar a las arterias vesicales superiores.

El ligamento venoso es el resto del conducto venoso.

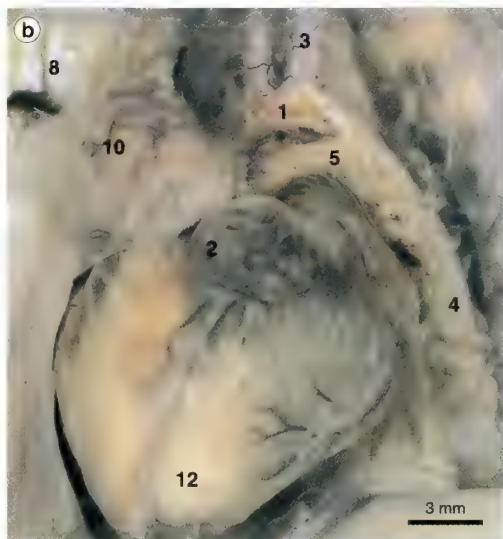
En el corazón, el *septum primum* forma el suelo de la fosa oval, mientras que el borde inferior del *septum secundum* forma el anillo oval.

El conducto arterioso forma el ligamento arterioso. El conducto se oblitera por tejido al final del tercer mes después del nacimiento.

**122a y 122b.** Ductus arterioso visto desde la izquierda. Pulmón izquierdo apartado.



**122a.** Semana 15. 123 mm de longitud CR ♀.



**122b.** Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂.

1. cayado aórtico
2. orejuela de la aurícula
3. arteria carótida común
4. aorta descendente
5. conducto arterioso
6. vasos intercostales
7. arteria subclavia izquierda
8. pulmón derecho
9. tronco simpático
10. timo
11. tráquea
12. ventrículo del corazón

## Sistema circulatorio

### SANGRE Y VASOS SANGÜÍNEOS

Los primeros vasos sanguíneos y la primera sangre se desarrolla a partir de angioblastos, del saco vitelino, del pedículo de fijación y del corion durante los estadios 6-8 (días 13-15). En la 3.ª semana pequeños grupos de angioblastos forman islotes sanguíneos en el saco vitelino y en el pedículo corporal. Cada islote se cavita y sus células centrales forman células sanguíneas primitivas nucleadas de la serie roja, mientras que de las células periféricas se diferencia el endotelio de los vasos sanguíneos. Más adelante, varios islotes se juntan entre sí para formar vasos. Del mesodermo que rodea los vasos se formará el tejido conectivo y los elementos musculares de los mismos.

Cuando los islotes sanguíneos se establecen en el hígado (semana 5), bazo (semana 10) y en la médula ósea (semanas 9-12), la hemopoiesis extraembrionaria desaparece (semana 6). Después del nacimiento, sólo la médula ósea continúa normalmente como un órgano hemopoético.

La sangre fetal no coagula hasta las semanas 10-12. Antes del final de la 3.ª semana se forman dos tubos cardíacos endoteliales, que se fusionan dando lugar a un solo tubo cardíaco, y hacia el día 20 conectan con los vasos sanguíneos del embrión, de la alantoides y del saco vitelino. Hacia el final de la 3.ª semana ya se ha establecido el sistema circulatorio y el corazón se contrae desde el seno venoso. Hacia el final de la 4.ª semana las contracciones establecen un flujo unidireccional.

La sangre embrionaria regresa al corazón a través de las venas cardinales anteriores y posteriores reunidas en las venas cardinales comunes; la sangre procedente de la placenta lo hace a través de las venas umbilicales y la sangre del saco vitelino mediante las venas vitelinas. Los tres vasos de cada lado se juntan en el *septum transversum* y entran en el corazón.

La sangre sale del corazón en dirección al cuerpo a través de los arcos aórticos y hacia las aortas dorsales, que posteriormente se fusionan en una única arteria: hacia la placenta a través de las arterias umbilicales y hacia el saco vitelino a través de las arterias vitelinas.

- Mientras el riñón neonatal se adapta funcionalmente durante la primera semana postnatal, la urea sanguínea está ligeramente elevada.
- En el nacimiento predomina la hemoglobina fetal.

### ARTERIAS

Cada arco branquial está irrigado por una arteria que procede del saco aórtico y pasa por su respectivo arco branquial hacia la aorta dorsal derecha o izquierda. No todas las arterias están presentes al mismo tiempo; las dos primeras degeneran antes que aparezcan las últimas, y las quintas son rudimentarias. Hacia los estadios 13-14 (días 28-30) las aortas dorsales se extienden cranealmente hacia las arterias carótidas internas, y de la arteria de cada sexto arco se forma una arteria, llamada arteria pulmonar, que irriga cada esbozo pulmonar. Las arterias del 1.º y 2.º arcos se transforman en las arterias maxilar y estapedia, respectivamente.

#### Arterias carótidas

Las arterias carótidas comunes se forman a partir de los terceros arcos aórticos. Los segmentos de las aortas que conectan los arcos aórticos terceros y cuartos desaparecen, por lo que las porciones proximales de las arterias carótidas internas se forman a partir de las arterias originales de los terceros arcos, mientras que las aortas forman sus porciones distales. Las arterias carótidas internas emiten las ramas cerebrales anterior y media y una rama oftálmica para la vesícula óptica. Es posible que las raíces de las arterias de los primeros arcos intervengan en la formación de las arterias carótidas externas.

#### Arterias umbilicales

En el nacimiento las arterias umbilicales se transforman en no funcionales, pero persisten permeables en su extremo proximal, donde forman las ramas vesicales superiores, para irrigar la vejiga urinaria.

#### Arterias vitelinas

Las arterias vitelinas desaparecen y un nuevo vaso forma la arteria mesentérica superior, que irriga el intestino medio. Más tarde se formará el tronco celiaco, para irrigar al intestino anterior, y la arteria mesentérica inferior, para irrigar al intestino posterior.

#### Arterias intersegmentarias

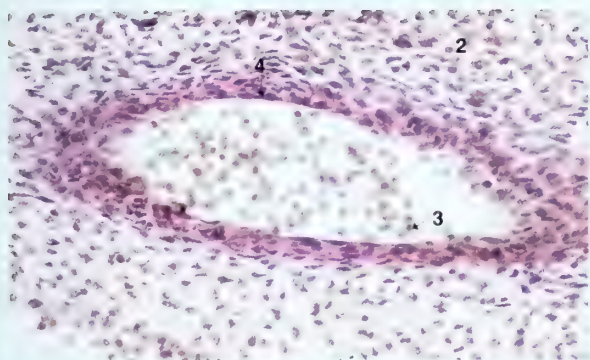
Hay aproximadamente unos 30 pares de arterias intersegmentarias que nacen de las aortas dorsales. Pasan sucesivamente entre los somitas. En el cuello se juntan entre sí para formar la arteria vertebral. En el tórax y el abdomen se mantienen como las arterias intercostales y lumbares, respectivamente. La séptima arteria intersegmentaria derecha contribuye a la formación de la arteria subclavia derecha, mientras que la séptima arteria intersegmentaria izquierda forma la arteria subclavia izquierda del adulto. Las quintas arterias lumbares forman, junto con las arterias umbilicales, las arterias ilíacas primitivas.

#### Tronco pulmonar

Cuando el tabique espiroideo divide el tronco arterioso (v. «Corazón») se forman dos vasos: el tronco pulmonar y la aorta ascendente. Cuando esta división se extiende dentro del saco aórtico, la arteria del sexto arco conecta con el tronco pulmonar y los restantes vasos con la aorta.

#### Aorta

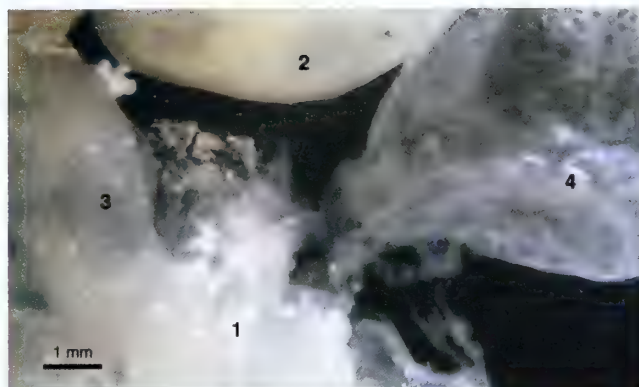
La mitad izquierda del tronco arterioso forma la aorta ascendente; la arteria del cuarto arco forma el cayado de la aorta y la aorta dorsal izquierda da lugar a la aorta descendente. La parte distal de la arteria del sexto arco forma el conducto arterioso (v. «Cambios en el nacimiento»).



**123.** Estadios 15-16 (días 33-37). Sección transversal de la aorta con células sanguíneas. 9 mm de longitud CR.

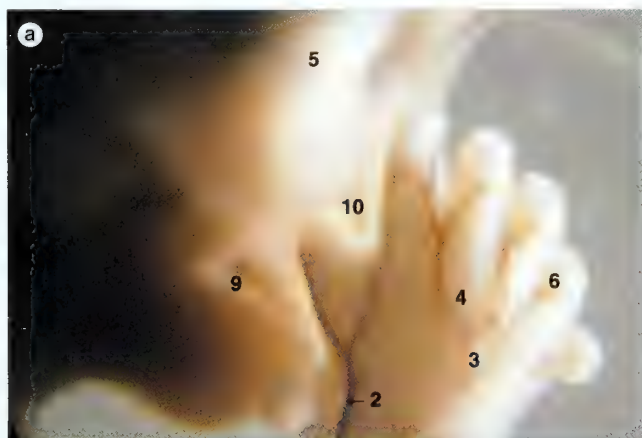
*123 cortesía de la Ql B*

1. aorta
2. mesodermo
3. células sanguíneas rojas nucleadas
4. endotelio vascular



**124.** Estadios 16-17 (días 37-41). Saco vitelino del embrión temprano. 12 mm de longitud CR.

1. amnios
2. prosencéfalo
3. cordón umbilical
4. saco vitelino



**125a.** Semana 9. Red venosa dorsal. 53 mm de longitud CR.



**125b.** Semana 9. Vena safena interna en el miembro inferior. 48 mm de longitud CR.



**125c.** Semana 12. Red venosa dorsal del pie. 85 mm de longitud CR.

**125a-125c.** Vasos sanguíneos de los miembros en desarrollo. Obsérvese la ténua de la piel que cubre los vasos

1. tobillo
2. vena cefálica
3. red venosa dorsal
4. dorso de la mano
5. ojo
6. dedo (meñique)
7. vena safena interna
8. rodilla
9. boca
10. nariz
11. dedos del pie





**126a.** Arteriografía de un feto de 122 mm de longitud CR. Vista anteroposterior.

1. aorta abdominal
2. arteria tibial anterior
3. arteria axilar
4. arteria basilar
5. arteria humeral
6. carótida común
7. arco arterial palmar profundo
8. arteria pedia
9. arteria carótida externa
10. arteria iliaca externa
11. arteria femoral
12. corazón
13. arteria carótida interna
14. pulmón
15. arteria cerebral media
16. arteria poplitea
17. arteria tibial posterior
18. arteria radial
19. arteria pulmonar derecha
20. arteria subclavia
21. arteria mesenterica superior
22. arteria cubital
23. arteria umbilical
24. arteria vertebral

**126a** cortesía de J. Bashford y R.H. Watts, colección J.D. Boyd y W.J. Hamilton



**126b.** Arteriografía de un feto de 170 mm de longitud CR. Vista lateral.

1. aorta abdominal
2. arteria tibial anterior
3. arteria carótida común
4. arteria pedia
5. arteria carótida externa
6. arteria iliaca externa
7. arteria femoral
8. arteria carótida interna
9. arteria poplitea
10. arteria tibial posterior
11. arteria radial
12. arteria mesentérica superior
13. arteria cubital
14. arteria umbilical
15. arteria vertebral

**126b** cortesía de J. Bashford y J.D. Boyd



**127.** Molde de la circulación arterial del feto

1. arteria tibia anterior
2. arteria axilar
3. clavícula
4. arteria carotida común
5. arteria ilíaca externa
6. arteria femoral
7. fémur fracturado
8. húmero fracturado
9. arteria torácica interna
10. pulmón
11. mandíbula
12. huesos de la orbita
13. arteria poplitea
14. arteria tibia posterior
15. arteria radial
16. tibia

*127 contestada de la RETHSM*





128 cortesía de la RFIISM

128. Molde con resina de la circulación arterial de los riñones y de los miembros inferiores. Vista desde atrás.

1. arteria tibial anterior
2. aorta
3. arteria femoral
4. femur
5. riñon
6. higado
7. arteria poplitea
8. glándula suprarrenal
9. tibia
10. arterias umbilicales

## VENAS

### Venas cardinales anteriores

La sangre procedente de tres plexos de la cabeza drena en las venas (pre) cardinales anteriores. Los vasos superficiales del plexo forman los senos venosos. En ellos y los vasos profundos forman las venas cerebrales.

### Venas cardinales comunes

Las venas cardinales anterior y posterior se unen para formar la vena cardinal común, que están situadas en el *septum transversum* descendente y el seno venoso. La vena cardinal común derecha forma la vena cava superior, que desemboca en la vena cava inferior, dando lugar a una tributaria del seno coronario.

### Venas cardinales posteriores

Las venas cardinales posteriores drenan las partes del cuerpo, la médula espinal y el mesonefros. Son ampliamente obliteradas por la presión que el mesonefros ejerce sobre ellas y son reemplazadas por un nuevo par de venas subcardinales. Estas están situadas medialmente al mesonefros y conectan con la anastomosis subcardinal.

Un nuevo conducto (anastomosis vitelina-subcardinal) se forma para comunicar el muñón de la vena vitelina derecha con la vena subcardinal. Este conducto, junto con los segmentos subcardinal derecho, sacrocardinal y vitelino derecho, forman la vena cava inferior.

Por último, aparecen las venas supracardinales, que no suplen por completo a las venas subcardinales, sino que están unidas por una anastomosis. Forman las venas acigos y hemiacigos. La raíz de la vena acigo se forma a partir de la vena subcardinal posterior y la vena hemiacigo se forma a partir de la vena subcardinal anterior.

### Venas umbilicales y vitelinas

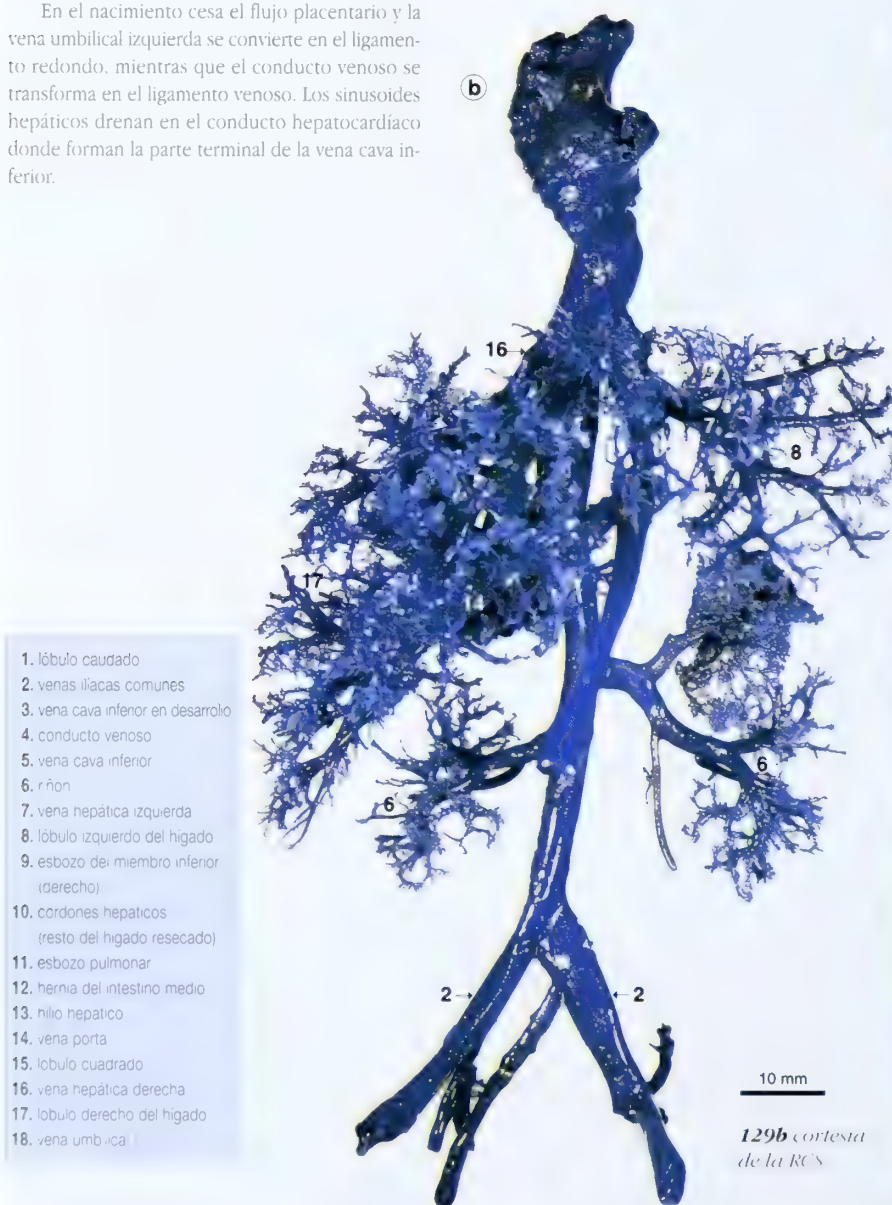
En cada lado las venas umbilicales y vitelinas pasan a través del *septum transversum* y desembocan en el seno venoso. En el lugar donde los vasos atraviesan el *septum transversum* son revestidos por los cordones del hígado y forman los sinusoides hepáticos. En la 6.<sup>a</sup> semana el segmento de la vena umbilical derecha caudal a esta región se atrofia. Por encima de los sinusoides hepáticos se atrofian las venas umbilicales derecha e izquierda. La sangre procedente de la placenta fluye hasta el *septum transversum* a través de la vena umbilical izquierda, donde un cortocircuito, el conducto venoso, conduce su flujo sanguíneo hasta la vena vitelina derecha, la cual se ha ensanchado y forma el conducto hepatocardiaco.

En el nacimiento cesa el flujo placentario y la vena umbilical izquierda se convierte en el ligamento redondo, mientras que el conducto venoso se transforma en el ligamento venoso. Los sinusoides hepáticos drenan en el conducto hepatocardiaco donde forman la parte terminal de la vena cava inferior.

### Vena porta

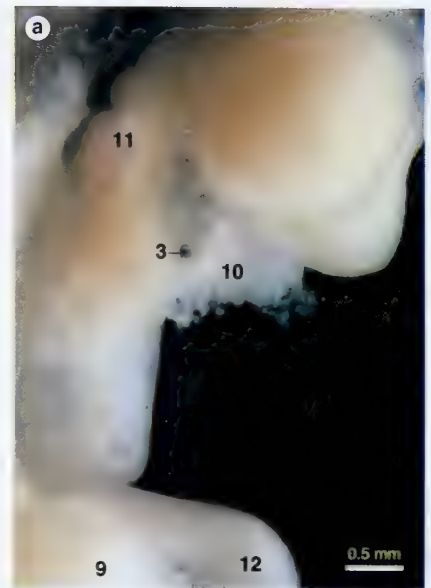
Caudalmente al hígado, se forman tres grupos de venas que conectan ambas venas vitelinas. Los vasos anastomóticos craneal y caudal pasan ventralmente al duodeno, mientras que el vaso anastomótico medio pasa dorsalmente a él. La porción intrahepática de la vena porta se forma a partir de los sinusoides derivados de la vena vitelina.

El conducto vitelino (conducto onfalomesentérico) y la parte caudal de la vena vitelina degeneran conjuntamente.



1. lóbulo caudado
2. venas ilíacas comunes
3. vena cava inferior en desarrollo
4. conducto venoso
5. vena cava inferior
6. riñón
7. vena hepática izquierda
8. lóbulo izquierdo del hígado
9. esbozo del miembro inferior (derecho)
10. cordones hepáticos (resto del hígado resecado)
11. esbozo pulmonar
12. hernia del intestino medio
13. hilo hepático
14. vena porta
15. lóbulo cuadrado
16. vena hepática derecha
17. lóbulo derecho del hígado
18. vena umbilical

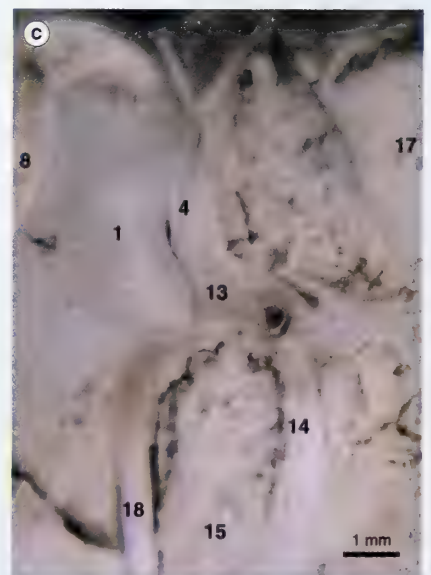
129b cortesia de la RCS



129a. Estadios 17-18 (días 41-44). Vena cava inferior en desarrollo, vista desde la derecha 14 mm de longitud CR.

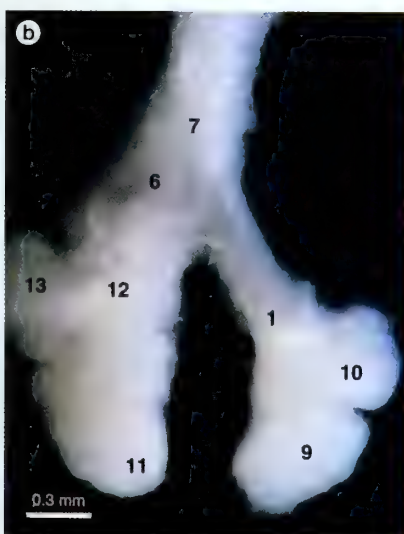
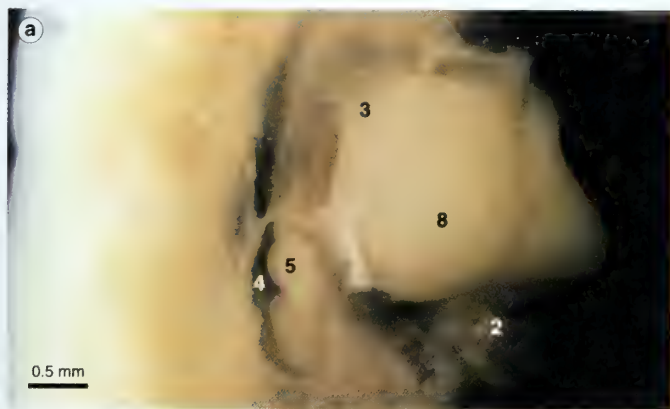
129b. Molde con resina de la circulación sanguínea del hígado en desarrollo.

129c. Semana 10. Se han expuesto, mediante disección, los vasos sanguíneos del hígado. Vista de la superficie dorsal (espalda). 60 mm de longitud CR.



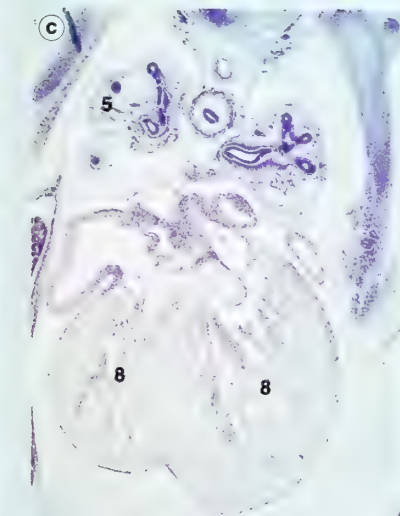
**130a-130g.** Desarrollo de los pulmones.

**130a.** Estadios 17-18 (días 41-44). Pulmón derecho, vista *in situ*. 11 mm de longitud C.R.



**130b.** Disección de los esbozos pulmonares mostrados en la figura **130a**. Los pulmones ya demuestran el patrón adulto de segmentación en lobulillos

- 1. bronquio principal izquierdo
- 2. cordones hepáticos
- 3. pericardio
- 4. membrana pleural
- 5. pulmón derecho
- 6. bronquio principal derecho
- 7. tráquea
- 8. ventrículos del corazón
- 9. l. i. del pulmón izq.
- 10. l. s. del pulmón izq.
- 11. l. i. del pulmón der.
- 12. lóbulo medio del pulmón der.
- 13. l. s. del pulmón der.



**130c.** Estadios 18-19 (días 44-48). Sección coronal de los pulmones y del corazón. 17 mm de longitud C.R.

**130c** cortesía de la QUB

## Pulmones

El día 26 se forma en el suelo de la faringe el divertículo respiratorio (laringotraqueal). En la parte caudal de este divertículo, en forma de paños resaca, aparecen dos esbozos endodérmicos bronquiales (día 28), que están rodeados de mesodermo esplácnico. Estos dos componentes formarán el pulmón. El extremo cefálico del divertículo formará la tráquea. Durante la 5.ª semana el esbozo bronquial izquierdo, más pequeño, se divide en dos bronquios secundarios, mientras que el derecho lo hace en tres bronquios. De los esbozos bronquiales se forman los bronquios principales y de los bronquios secundarios los bronquios lobulares del pulmón adulto. Durante el desarrollo inicial el bronquio principal derecho se dispone más vertical que el izquierdo. Más tarde, cada bronquio se subdivide varias veces (semanas 7-24) para formar el árbol bronquial. Antes del nacimiento ya se efectúan movimientos respiratorios, que arrastran el líquido amniótico hasta los pulmones. En las vías respiratorias también hay líquido procedente de las glándulas pulmonares y traqueales. Los movimientos respiratorios se detectan por ecografía. Estos movimientos son esenciales para el desarrollo pulmonar normal y permiten al feto entrenar a los músculos respiratorios.

En el nacimiento, la primera respiración debe superar tanto la resistencia elástica de los propios pulmones como la tensión superficial del líquido pulmonar. Los alvéolos cercanos a los bronquios se dilatan, mientras que los situados en la periferia se expanden en los días 3 y 4 de desarrollo posnatal.

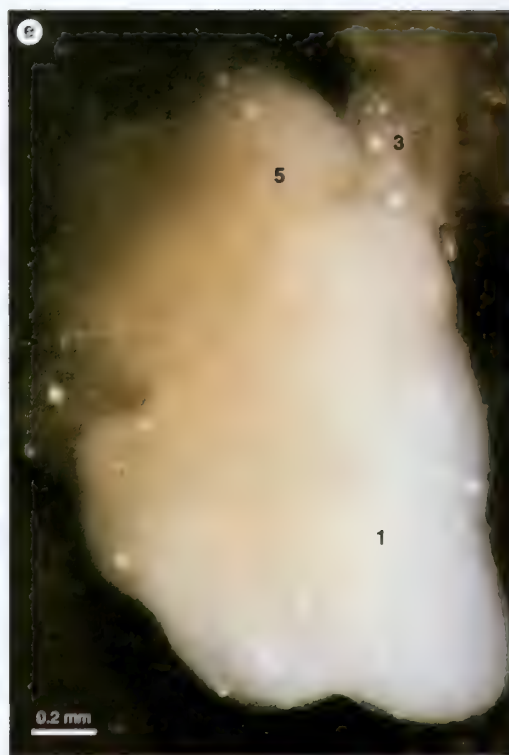
El neonato tiene entre una octava a una sexta parte del número de alvéolos del adulto. Los alvéolos pulmonares continúan formándose aproximadamente hasta los 8 años de edad.

- A partir de la semana 20 se segrega en los pulmones un «detergente» natural o surfactante, que reduce la tensión superficial de los líquidos que revisten las vías respiratorias. La enfermedad de la membrana hialina está asociada a una deficiencia o ausencia de surfactante, y es una causa común de muerte en niños nacidos antes de la semana 32. Los tratamientos con glucocorticoides y tiroxina estimulan la producción de surfactante.
- Los pulmones de un niño nacido muerto se hundirán al ser introducidos en agua durante la autopsia. Los pulmones de un recién nacido que haya respirado flotarán. Este hecho puede tener importancia médico-legal.
- Después del nacimiento es más probable que un cuerpo extraño entre en el bronquio principal derecho que en el izquierdo, debido a la dirección más vertical del primero.





**130d.** Etapa 10 (ver figura 130a). Dorsal view del pulmón primitivo, visto desde la superficie dorsal. 20 mm de longitud CR.

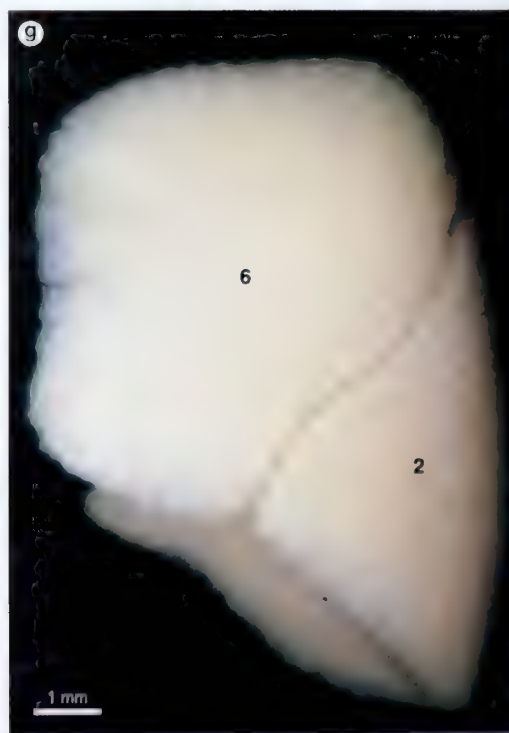


**130e.** El pulmón de la figura 130d, antepuesto desde atrás.

1. l. s. del pulmón der.
2. l. i. del pulmón der.
3. bronquio principal izquierdo
4. l. m. del pulmón der.
5. l. s. del pulmón izq.
6. l. s. del pulmón der.
7. tráquea

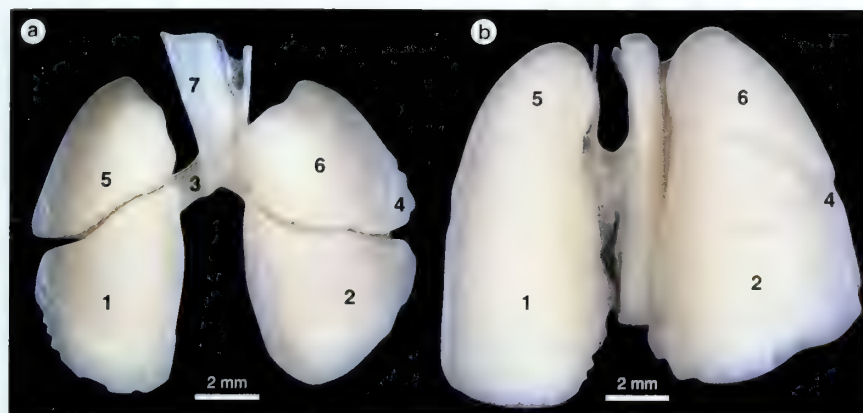


**130f.** Etapa 10. El pulmón izquierdo visto desde el lado pulmonar. Obsérvese los lobulillos. 10 mm de longitud CR.



**130g.** Etapa 10. Pulmón izquierdo visto desde la superficie costal. 56 mm de longitud CR.

1. orejuela del corazón
2. l. i. del pulmón izq.
3. l. m. del pulmón der.
4. lobulillos
5. l. m. del pulmón der.
6. l. s. del pulmón izq.
7. l. i. del pulmón der.

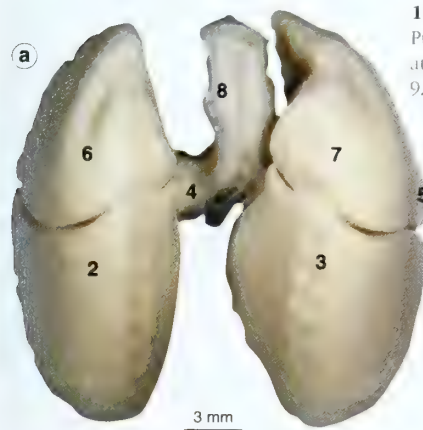


**131a y 131b.** Desarrollo de los pulmones vistos desde la superficie dorsal.

1. base pulmonar
2. l. i. del pulmón der.
3. bronquio principal izquierdo
4. l. m. del pulmón der.
5. l. s. del pulmón izq.
6. l. s. del pulmón der.
7. tráquea

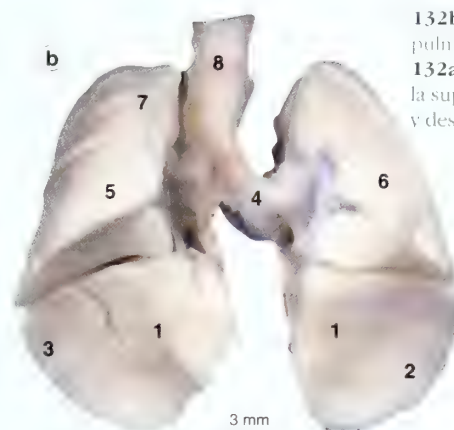
**131a.** Semana 9. 48 mm de longitud CR ♂.

**131b.** Semana 10. 60 mm de longitud CR ♀.



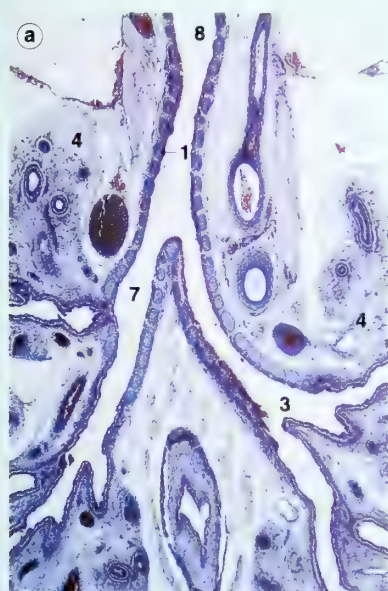
**132a.** Semana 13. Pulmones vistos desde atrás (superficie dorsal) 92 mm de longitud CR ♀.

1. base pulmonar
2. l. i. del pulmón izq.
3. l. i. del pulmón der.
4. bronquio principal izquierdo
5. l. m. del pulmón der.
6. l. s. del pulmón izq.
7. l. s. del pulmón der.
8. tráquea



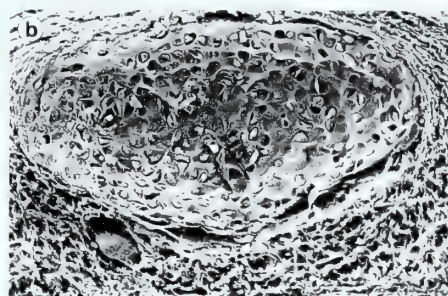
**132b.** El mismo pulmón de la figura 132a, visto desde la superficie ventral y desde la base.

### 133a-133c. La tráquea

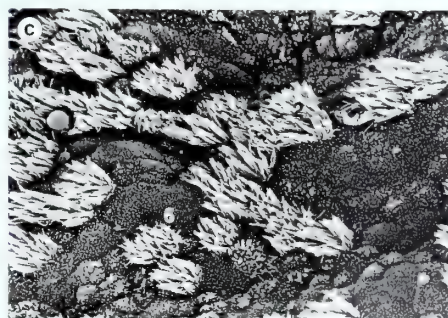


**133a.** Estadio 22 (día 54). Sección coronal de la bifurcación de la tráquea 25 mm de longitud CR

1. cartilago
2. cilios
3. bronquio principal izq.
4. pulmón
5. mesénquima
6. microvellosidades
7. bronquio principal der.
8. tráquea

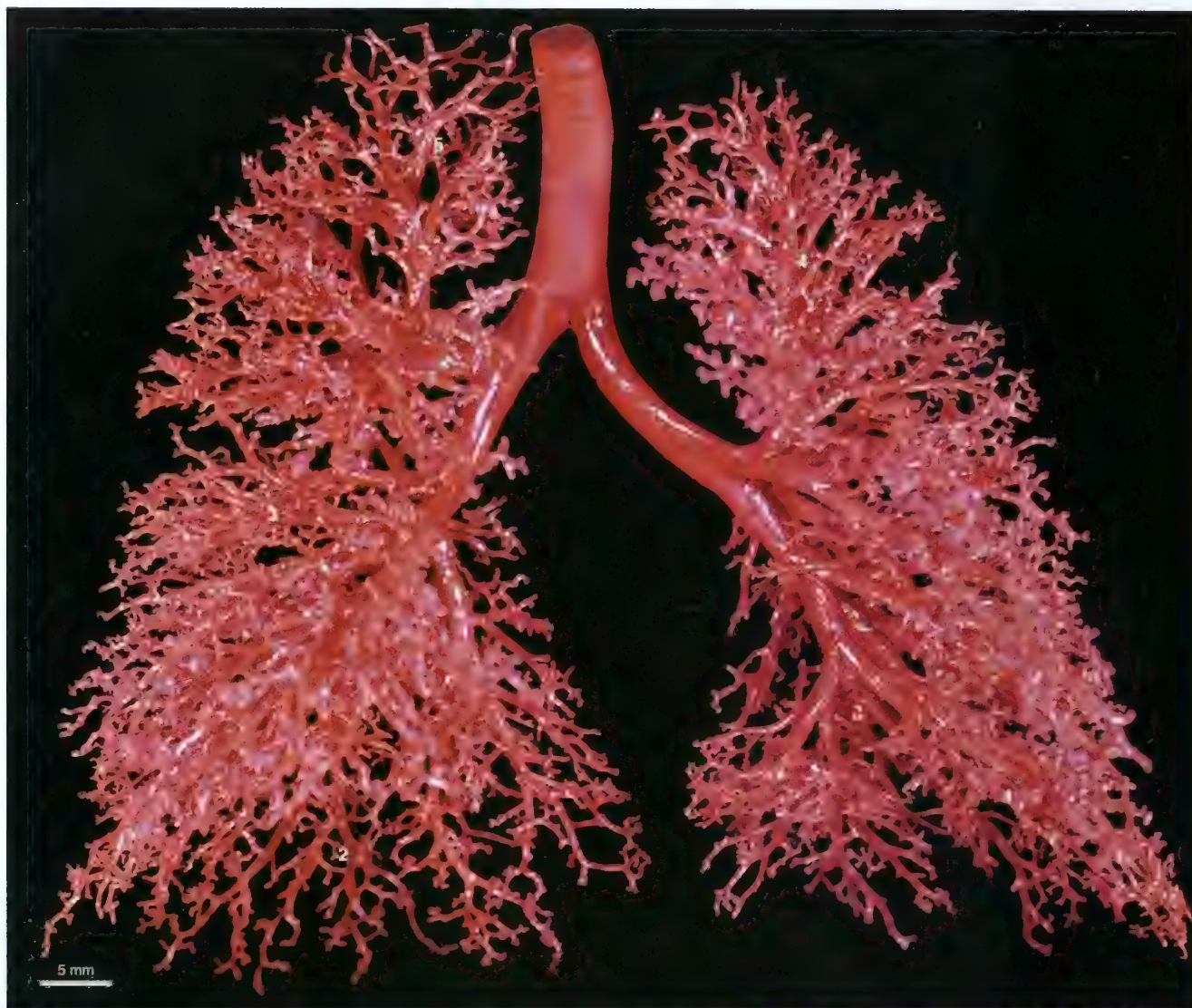


**133b.** Semana 12 Sección longitudinal del anillo cartilaginoso traqueal. Imagen de microscopía electrónica de barrido. 80 mm de longitud CR.



**133c.** Semana 12 Epitelio traqueal visto mediante microscopía electrónica de barrido. 80 mm de longitud CR.





1. obituo inferior del pulmón izquierdo
2. obituo inferior del pulmón derecho
3. obituo medio del pulmón derecho
4. obituo superior de pulmón izquierdo
5. obituo superior del pulmón derecho

**134.** Semana 30. Molde del árbol bronquial, visto desde la superficie ventral.

*134 cortesía de la RCS*

#### CUATRO ESTADIOS DE DESARROLLO

Existen cuatro estadios en el desarrollo de los pulmones, que se solapan entre sí, desde el período embrionario hasta la infancia.

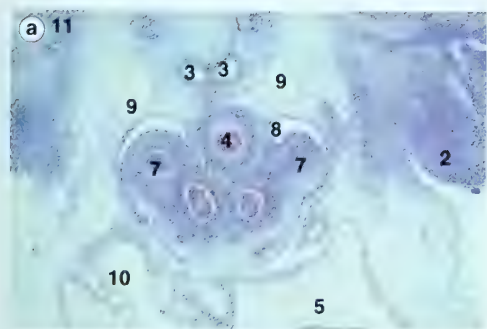
En el período pseudoglandular (semanas 5-17) el pulmón parece una glándula. Todavía no se han formado las estructuras necesarias para el intercambio gaseoso y, por consiguiente, no es posible la supervivencia.

En el período canalicular (semanas 16-25) el tejido pulmonar se vasculariza profusamente; se han formado los bronquiolos respiratorios, los conductos alveolares y algunos alvéolos primitivos (sacos terminales). Es posible sobrevivir con cuidados intensivos.

En el período de saco terminal o período sacular (semana 24 hasta el nacimiento) mejoran las cuatro condiciones para sobrevivir: se forman numerosos sacos terminales que aseguran un adecuado intercambio gaseoso; las células tipo II producen suficiente surfactante; se desarrolla suficiente vascularización sanguínea y linfática pulmonar.

En el período alveolar (desde el final del período fetal hasta los 8 años) aumenta el número de bronquiolos y alvéolos primitivos. Aproximadamente el 95% de los alvéolos se desarrollan después del nacimiento. La totalidad de los alvéolos maduros se forman posnatalmente.





### 135a-135d.

Desarrollo temprano del pulmón.

### 135a.

Estadios 15-16 (días 33-37). Esbozos pulmonares. 10 mm de longitud CR.



### 135b.

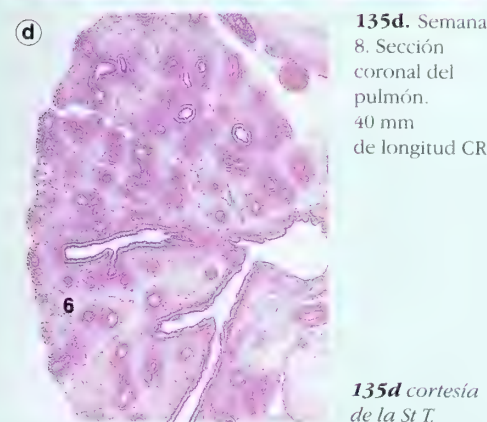
Estadios 15-16 (días 33-37). Sección transversal del esbozo pulmonar. 10 mm de longitud CR.



135b cortesía de la CCHMS.

135c. Estadio 23 (días 56-57). 28 mm de longitud CR.

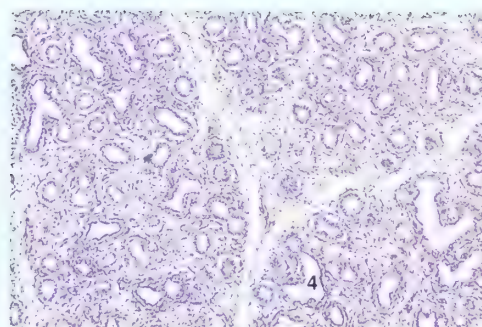
135c cortesía de la LHSM



135d. Semana 8. Sección coronal del pulmón. 40 mm de longitud CR.

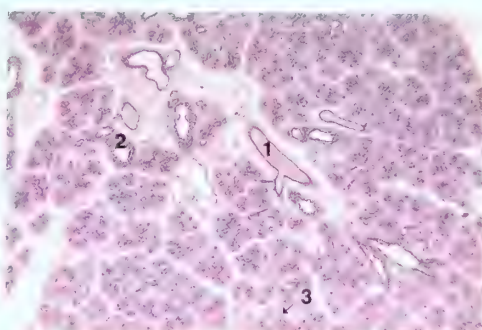
135d cortesía de la St T.

- |                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. aorta                       | 7. esbozo pulmonar         |
| 2. esbozo del miembro superior | 8. cavidad pleural         |
| 3. aortas dorsales             | 9. vena cardinal posterior |
| 4. esófago                     | 10. seno venoso            |
| 5. aurícula izquierda          | 11. tronco simpático       |
| 6. pulmón                      | 12. cuerpo vertebral       |

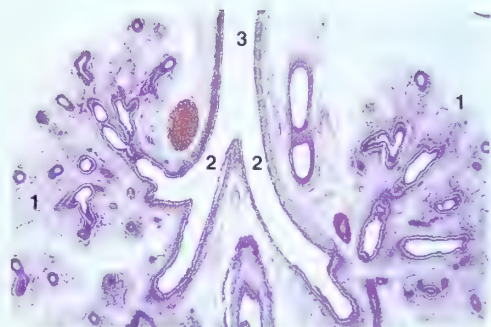


136. Semana 13. El pulmón parece una glándula. 101 mm de longitud CR ♀.

- |                           |
|---------------------------|
| 1. vasos sanguíneos       |
| 2. bronquio               |
| 3. bronquiolos            |
| 4. vías aéreas primitivas |



137. Semana 20. El pulmón se parece más al pulmón del recién nacido.



138. Estadio 22 (día 54). Sección coronal de la tráquea y de los pulmones. 25 mm de longitud CR.

- |                      |
|----------------------|
| 1. pulmón            |
| 2. bronquio primario |
| 3. tráquea           |

## Diafragma

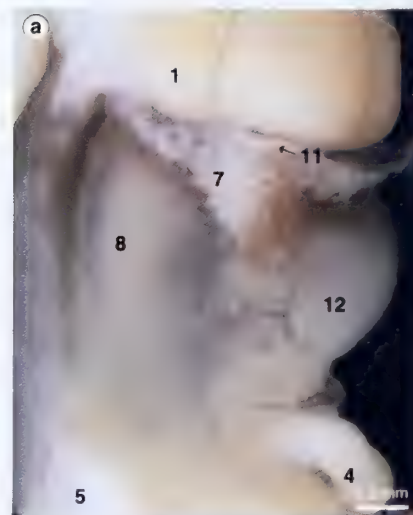
El diafragma tiene varios orígenes; el centro frénico procede del *septum transversum* y hay otras pequeñas aportaciones a partir de la pared corporal (costal) y del mesenterio dorsal del esófago (parte media del diafragma), y ambas porciones dorsolaterales proceden de la correspondiente membrana pleuroperitoneal.

Las primeras fibras musculares del diafragma se forman (semana 5) a partir de cuatro miotomas cervicales que invaden el *septum transversum*. El nervio frénico (C3, 4, 5) sigue al *septum transversum* cuando emigra caudalmente. Los pilares se forman a partir de mioblastos que crecen en el mesenterio dorsal del esófago.

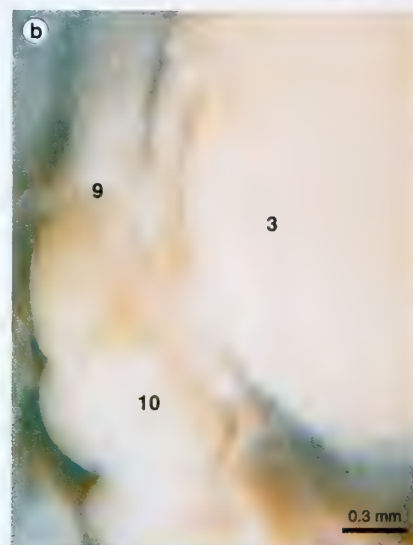
El hígado y las cavidades pleurales agrandadas hacen que el diafragma tenga forma de bóveda.

1. aurícula
2. espina de cactus
3. corazón
4. intestino
5. esbozo del miembro inferior
6. hígado
7. hígado extraído
8. mesonefros
9. membrana pleuroperitoneal
10. esbozo del pulmón derecho
11. *septum transversum*
12. estómago

### 139a-139d. Orígenes del diafragma primitivo



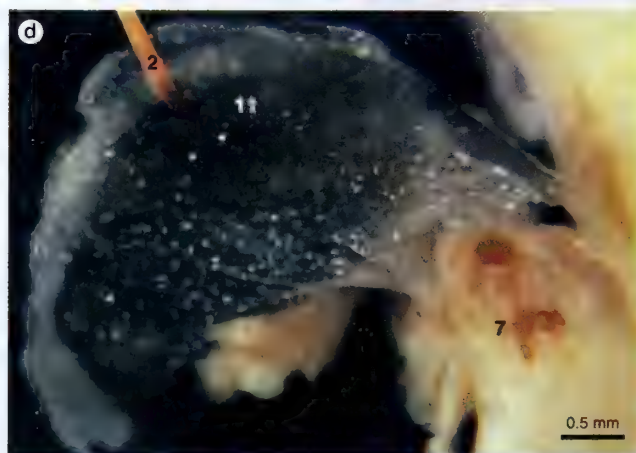
**139a.** Estadios 17-18 (días 41-44). 14 mm de longitud CR.



**139b.** Estadios 17-18 (días 41-44). 14 mm de longitud CR.



**139c.** Embrión 14 (días 41-44). El hígado visto desde el lado izquierdo. 20 mm de longitud CR.



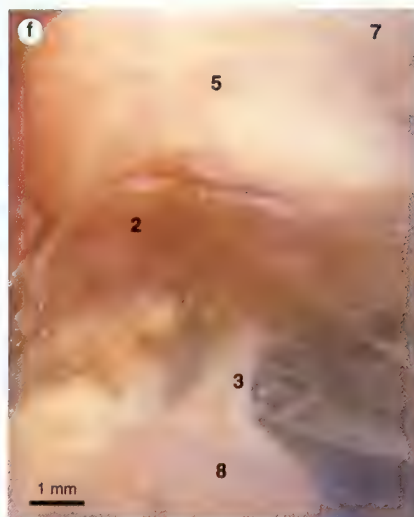
**139d.** El mismo embrión de la figura 139c. El hígado ha sido eliminado. Todavía no hay fibras musculares.



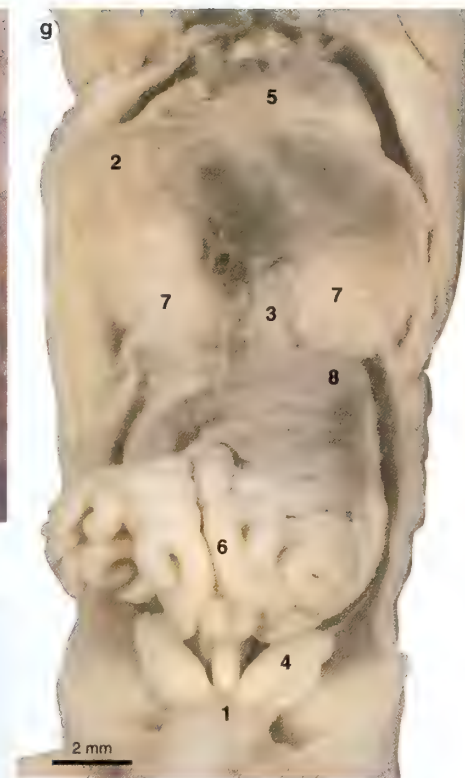
139e-139g. Diafragma visto desde abajo



139e. Semana 8 - 54 mm de longitud CR

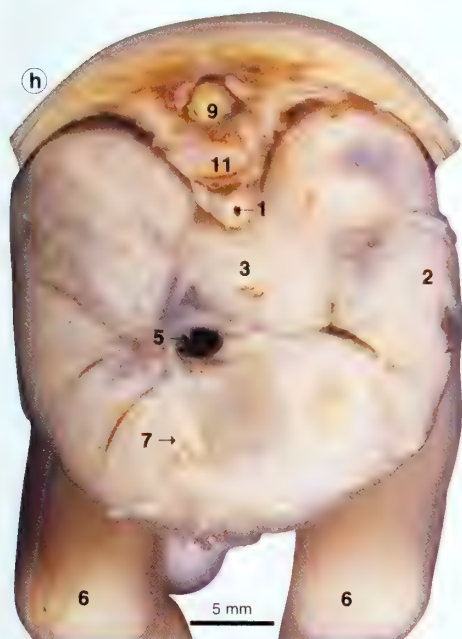


139f. Semana 8 - 40 mm de longitud CR



139g. Semana 9 - 50 mm de longitud CR

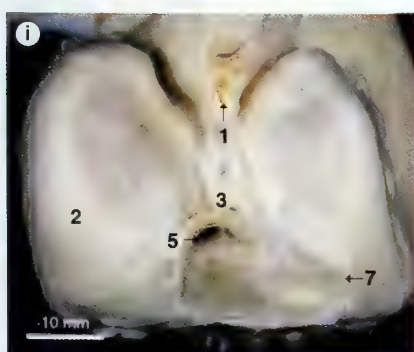
1. vejiga urinaria
2. diafragma
3. esofago
4. gonada
5. corazon
6. intestino
7. pulmon
8. estomago



139h y 139i. Diafragma, visto desde arriba.

139h. Semana 13. 92 mm de longitud CR ♂.

139i. Semana 13. 101 mm de longitud CR ♂.



139j. Semana 18. Nervio frénico y diafragma, vistos desde la izquierda. El pulmon izquierdo ha sido eliminado. 152 mm de longitud CR.

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 1. aorta              | 7. pericardio        |
| 2. diafragma          | 8. nervio frénico    |
| 3. esófago            | 9. médula espinal    |
| 4. corazón            | 10. timo             |
| 5. vena cava inferior | 11. cuerpo vertebral |
| 6. miembro inferior   |                      |





# Abdomen

## Pared corporal

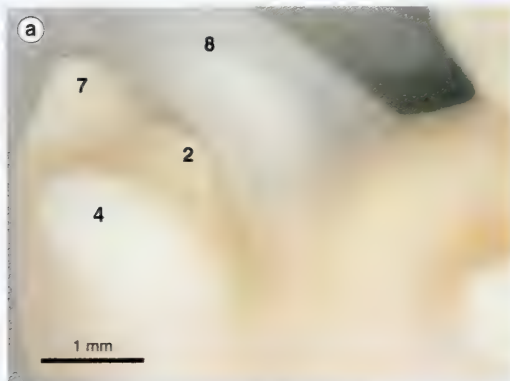
Al principio, la pared anterior del abdomen es una fina capa de epitelio y mesodermo situada sobre los órganos en desarrollo.

Los músculos se forman a partir de los miotomas, los cuales están originariamente en la espalda (dorsal) y emigran hacia la superficie ventral como dos láminas alrededor del cuerpo.

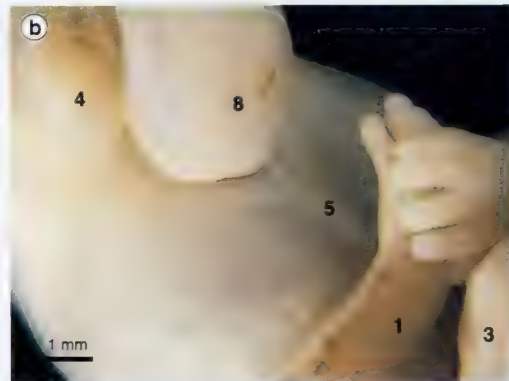
En la 12.<sup>a</sup> semana ambas láminas se fusionan en la línea media, en primer lugar en las regiones torácica superior y supra-púbica y más tarde en la región abdominal. Como resultado de su unión se forma la línea alba.

1. miembro superior
2. tubérculo genital
3. cabeza
4. esbozo del miembro inferior
5. línea alba
6. costillas
7. cola
8. cordón umbilical

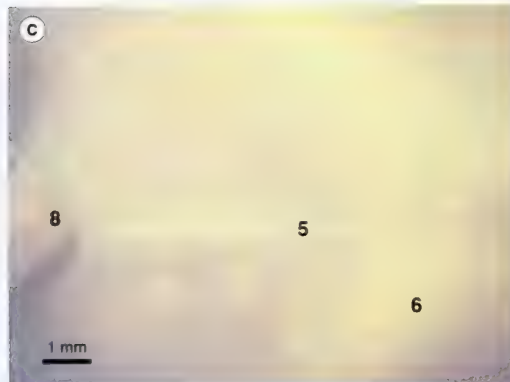
**140a-140d.** Pared corporal. Vista del abdomen desde el extremo cefálico



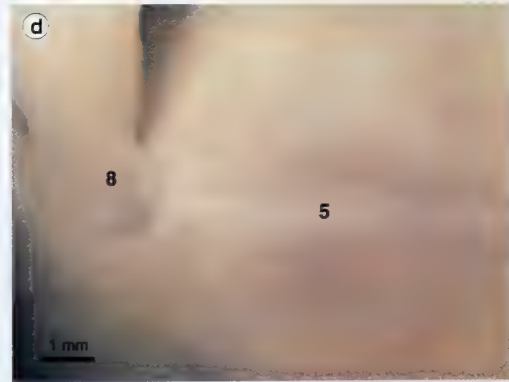
**140a.** Estadios 16-17 (días 37-41). 12 mm de longitud CR.



**140b.** Estadio 22 (día 54). 27 mm de longitud CR.



**140 c.** Semana 9. 46 mm de longitud CR.



**140d.** Semana 10. 57 mm de longitud CR

# Esófago

El esófago y la tráquea se separan cuando el divertículo laringotraqueal (respiratorio) se estrecha caudalmente.

El esófago es un corto tubo endodérmico (semana 4) (v. «Saco vitelino») rodeado de mesodermo que se condensa para formar las capas muscular y submucosa. Hacia la 7.<sup>a</sup> semana el esófago se alarga debido al descenso del corazón y de los pulmones.

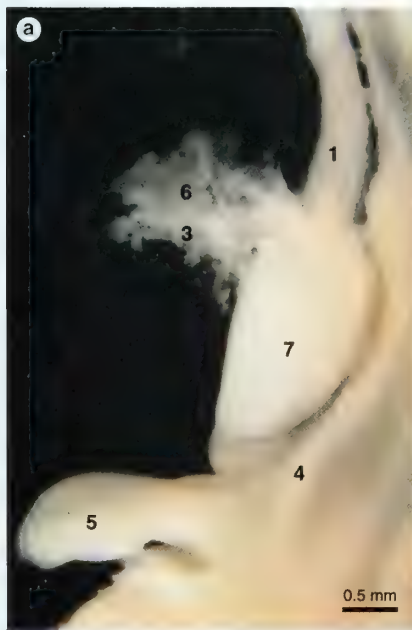
El endodermo del tubo prolifera y casi oblitera la luz; más tarde (semana 8) se recanaliza. En la 11.<sup>a</sup> semana el epitelio de revestimiento es ciliado, pero la mayoría de los cilios se han perdido hacia la semana 28.

El músculo estriado, presente en la mayor parte del esófago superior, se forma a partir de los arcos branquiales caudales y está innervado por el nervio vago. El músculo liso, presente en la mayor parte del esófago inferior, se forma a partir del mesodermo esplácnico.

El esófago del neonato puede tener zonas circunscritas de epitelio con células columnares, que desaparecen poco después del nacimiento.

El extremo superior del esófago del neonato se encuentra a la altura de C4-C6 y el extremo inferior en T9. Estos niveles están aproximadamente dos vértebras más altos que en el adulto.

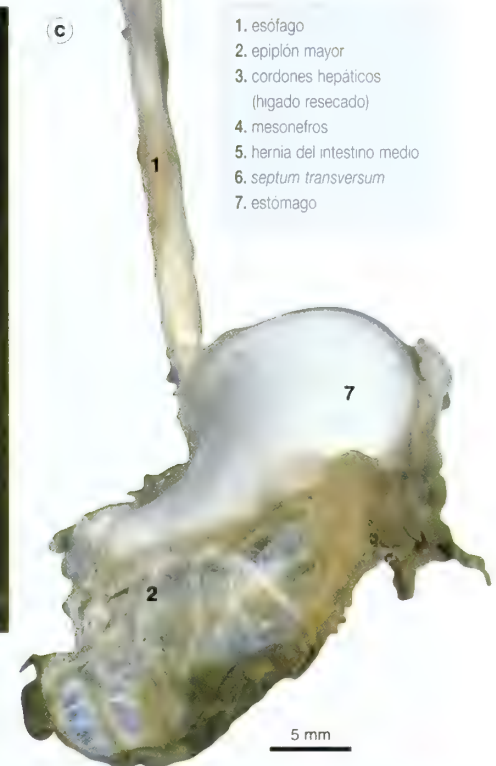
**141a-141d.** Desarrollo del esófago, visto desde la izquierda.



**141a.** Estadios 17-18 (días 41-44). 14 mm de longitud CR.

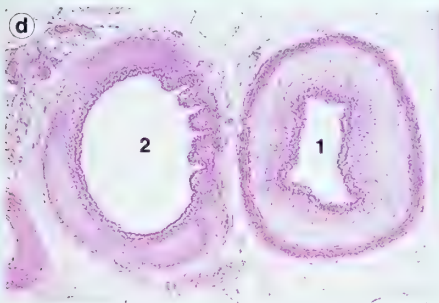


**141b.** Semana 8. Vista desde el frente. 40 mm de longitud CR.



**141c.** Semana 17. 150 mm de longitud CR ♀.

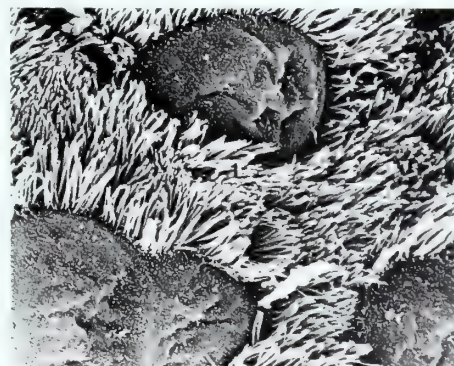
1. esófago
2. epiglótis mayor
3. cordones hepáticos (hígado resecado)
4. mesonefros
5. hernia del intestino medio
6. septum transversum
7. estómago



**141d.** Semana 8. Sección transversal del esófago y de la tráquea. 40 mm de longitud CR

1. esófago
2. tráquea

**141d** cortesía de la St T



**142.** Semana 12. Epitelio de revestimiento del esófago, visto por microscopio electrónico de barrido. 80 mm de longitud CR

1. ...

## Estómago

En la 4.<sup>a</sup> semana el intestino anterior, caudal al esófago, forma una dilatación fusiforme que desciende hasta el abdomen en las semanas 6-7. Durante este descenso el estómago se ensancha, y la curvatura mayor se forma a partir del borde dorsal cuyo crecimiento es más rápido. El estómago gira 90° (semana 6) alrededor de su eje longitudinal, por lo que su original lado izquierdo se convierte en su cara ventral y el lado derecho en su cara dorsal.

El estómago se encuentra suspendido dorsalmente por un mesenterio, el mesogastrio dorsal. Ventralmente, el *septum transversum* se adelgaza para formar el mesogastrio ventral.

Después de la rotación del estómago, el mesenterio dorsal se alarga y cuelga de la curvatura mayor como el epiplón mayor. La transcavidad de los epiplones es el espacio limitado por la doble capa del epiplón mayor y cuya entrada es el agujero epiploico (hiato de Winslow). El bazo se desarrolla entre ambas capas del mesogastrio dorsal.

En la 7.<sup>a</sup> semana aparecen fositas mucosas y hacia la 8.<sup>a</sup> semana comienzan a brotar en ellas las glándulas gástricas. La renina aparece en la 18.<sup>a</sup> semana.

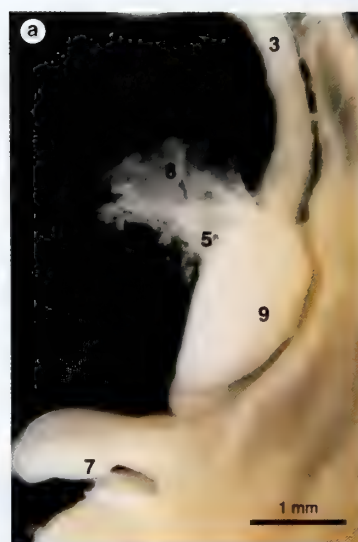
- En la exploración con ultrasonidos, se observa al estómago de la mayoría de fetos como una burbuja.
- El estómago del neonato tiene una capacidad de 30-35 ml, que se incrementa hasta 100 ml hacia el final del primer mes.
- La musculatura del estómago fetal se contrae durante el desarrollo (semana 11), pero no posee un verdadero peristaltismo.

## Bazo

El bazo se desarrolla a partir del mesodermo del mesenterio dorsal del estómago. Hacia las semanas 6-7 hay masas de mesodermo que se fusionan para formar el bazo. En las semanas 11-12 los linfoblastos producen linfocitos. El bazo lobulado es un importante órgano hemopoyético. Hacia las semanas 13-20 los megacariocitos, mieloblastos y eritroblastos están presentes en el bazo, y la hemopoyesis alcanza su nivel más alto.

En la 28.<sup>a</sup> semana la hemopoyesis se efectúa principalmente en la médula ósea y hacia el nacimiento cesa en el bazo.

- En el neonato el eje longitudinal del bazo suele ser vertical u oblicuo.
- Los bazos accesorios son una anomalía común y suelen situarse en el epiplón mayor.
- En el feto, el desarrollo de la pulpa blanca del bazo está directamente relacionada con la función del timo.
- El bazo produce linfocitos durante la vida.
- Los lóbulos normalmente desaparecen antes del nacimiento, persistiendo un escotado borde superior del bazo.



**143a-143c.**  
Estadios 17-18  
(días 11-14)  
Desarrollo inicial  
del estómago. 1 mm  
de longitud CR

**143a.** Vista desde  
la izquierda

1. espina de cactus
2. mesenterio dorsal
3. esófago
4. esbozo del m. i.
5. cordones hepáticos  
(hígado resecado)
6. mesonefros
7. hernia del intestino  
medio
8. septum transversum
9. estómago

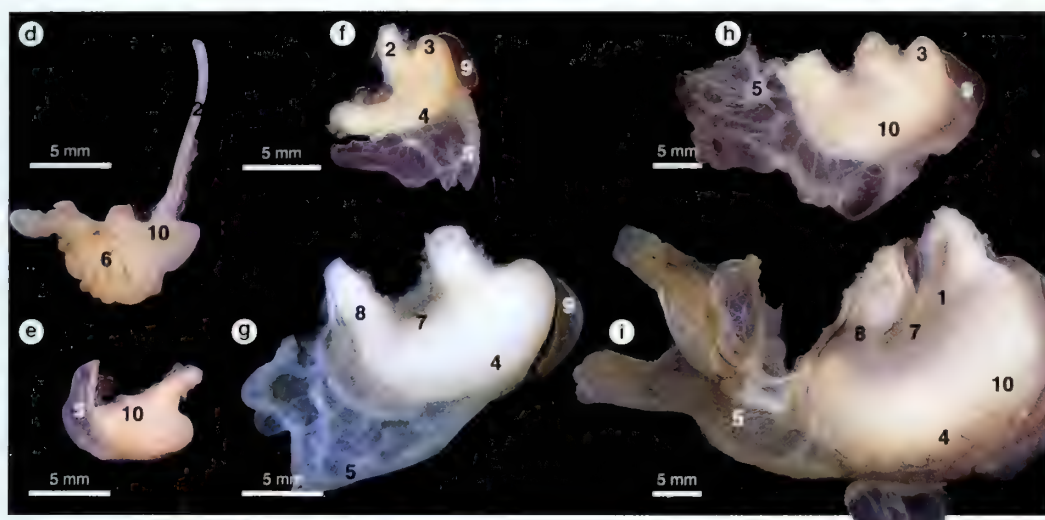


**143b.** Vista desde  
la superior-ventral



**143c.** Vista desde  
la izquierda.





**143d-143i.** Desarrollo del estómago y de la bazo. Vistas frontales.

1. esófago
2. diafragma
3. gónada
4. intestino
5. riñón
6. hígado
7. cabeza de alfiler
8. bazo
9. hígado
10. estómago

**143d.** Semana 8. 49 mm de longitud CR

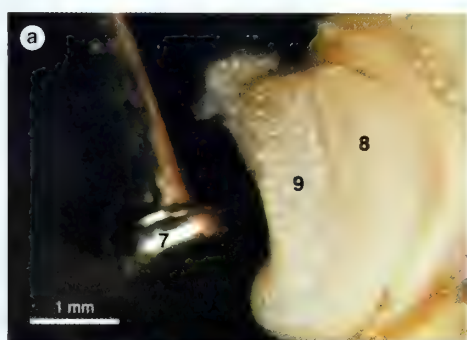
**143f.** Semana 11. 65 mm de longitud CR

**143h.** Semana 15. 125 mm de longitud CR

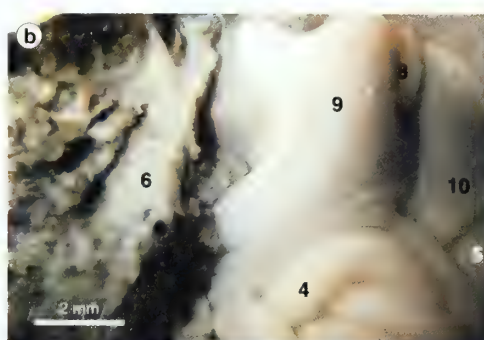
**143e.** Semana 8. 48 mm de longitud CR

**143g.** Semana 13. 92 mm de longitud CR

**143i.** Semana 18. 152 mm de longitud CR



**144a.** Estadio 19 (días 47-48). 20 mm de longitud CR.



**144b.** Semana 10. 57 mm de longitud CR.

**144a-144d.** Desarrollo del estómago *in situ*. Visto desde la superficie ventral.

1. vejiga urinaria
2. diafragma
3. gónada
4. intestino
5. riñón
6. hígado
7. cabeza de alfiler
8. bazo
9. estómago
10. glándula suprarrenal (adrenal)

**144c.** Semana 11. 65 mm de longitud CR.

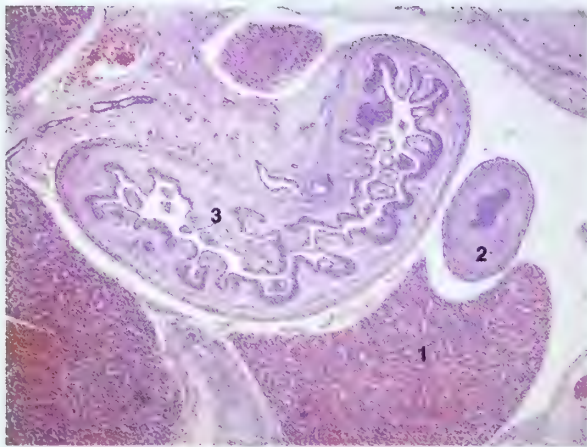
**144d.** Semana 15. 125 mm de longitud CR



**145.** Semana 18. El epíplon mayor, visto desde el frente. 92 mm de longitud CR ♀.



1. agujero epiploico (entrada a la transcavidad de los epíplones)
2. epíplon mayor
3. intestino
4. estómago



**146.** Estadio 23 (días 56-57). Sección transversal del estómago en desarrollo. 29 mm de longitud CR.

- 1. hígado
- 2. bazo
- 3. estómago



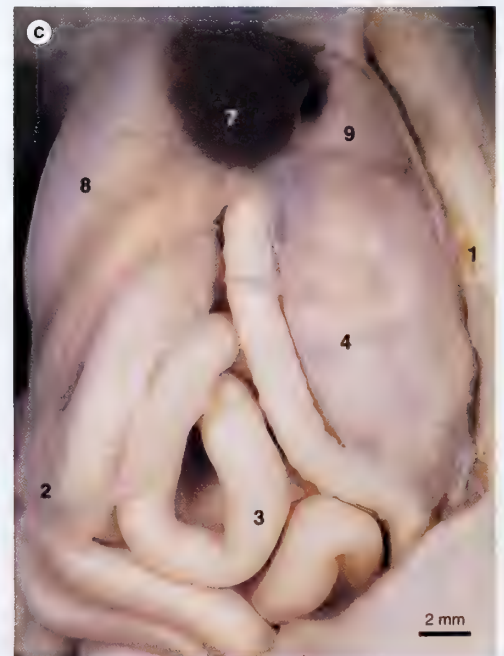
**147a.** Estadios 17-18 (días 41-44). 14 mm de longitud CR



**147b.** Estadio 19 (días 47-48). El bazo ha sido rechazado medialmente. 20 mm de longitud CR.

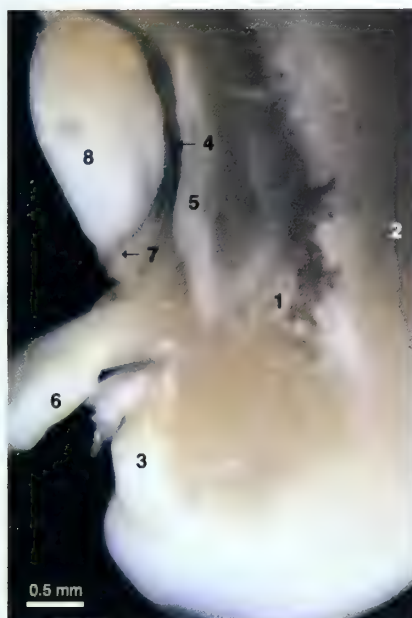
**147a-147c.** Desarrollo del bazo. Vistas desde el lado izquierdo

- |                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| 1. pared del cuerpo | 6. hernia del intestino medio     |
| 2. epiplon mayor    | 7. bazo                           |
| 3. intestino        | 8. estómago                       |
| 4. riñón            | 9. glándula suprarrenal (adrenal) |
| 5. mesonefros       |                                   |



**147c.** Semana 13. 92 mm de longitud CR ♀.





**148.** Estadios 17-18 (días 41-44). Páncreas primitivo visto desde el lado izquierdo. Se han extraído el esbozo del miembro inferior izquierdo y el hígado. 14 mm de longitud CR.

1. abdomen
2. pared corporal
3. tubérculo genital
4. cresta gonadal
5. riñón mesonéfrico
6. hernia del intestino medio
7. páncreas (esbozo dorsal)
8. estómago

## Páncreas

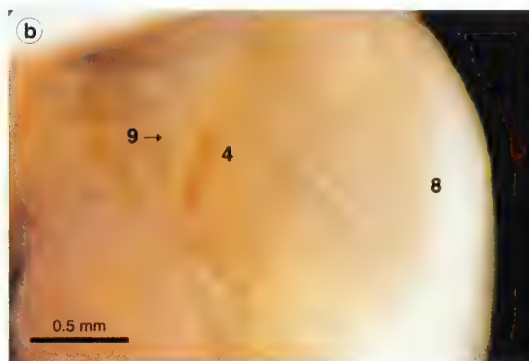
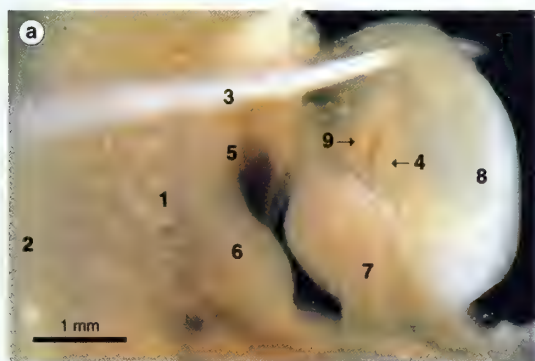
El páncreas se forma durante las semanas 5-8 a partir de dos esbozos endodérmicos del intestino anterior caudal al estómago. Primero aparece un ancho divertículo dorsal, seguido por un divertículo ventral de menor tamaño y situado más abajo. El divertículo ventral aparece delante en la cara ventral del duodeno cerca del sitio de desembocadura del conducto colédoco. Cuando el intestino gira (semana 5) el esbozo ventral del páncreas es desplazado medialmente (en el sentido de las agujas del reloj) y se fusiona con el esbozo pancreático dorsal en el mesogastrio dorsal. Sus conductos también se anastomosan.

Del esbozo dorsal se forma parte de la cabeza, el cuello, el cuerpo y la cola del páncreas, mientras que del esbozo ventral se forma parte de la cabeza y el proceso unciforme. El conducto pancreático principal se forma a partir de la parte distal del conducto del primordio dorsal del páncreas y del conducto del primordio ventral del páncreas. La parte proximal del conducto dorsal puede persistir como un pequeño conducto accesorio.

El parénquima, ácinos y los islotes de Langerhans son de origen endodérmico, mientras que los tabiques y la cápsula de tejido conectivo proceden del mesodermo. Su desarrollo (semana 12) es similar a las glándulas salivales.

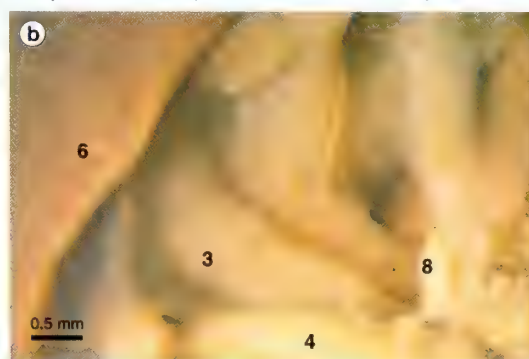
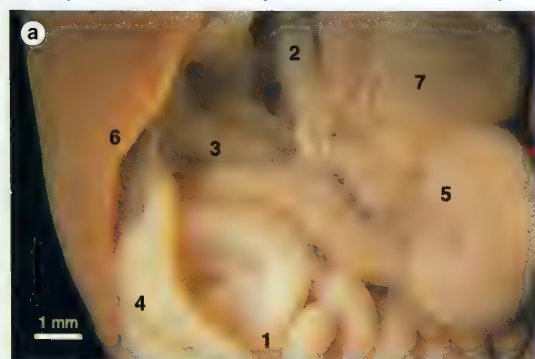
- La insulina se forma a partir de la 10.<sup>a</sup> semana.
- En el neonato hay un mayor número relativo de islotes de Langerhans que en el adulto.

**149a y 149b.** Estadio 19 (días 47-48). Los esbozos pancreáticos ventral y dorsal están en contacto, vistos desde el lado derecho. **149b** es una ampliación del embrión de la figura **149a**. 20 mm de longitud CR.



1. abdomen
2. pared corporal
3. espina de cactus
4. páncreas dorsal
5. cresta gonadal
6. riñón mesonéfrico
7. intestino medio
8. estómago
9. páncreas ventral

**150a y 150b.** Semana 9. El páncreas. **150b** es una ampliación del páncreas de la figura **150a**. 45 mm de longitud CR.



1. caudal
2. cefálico
3. páncreas dorsal
4. intestino
5. riñón
6. hígado
7. glándula suprarrenal (adrenal)
8. páncreas ventral

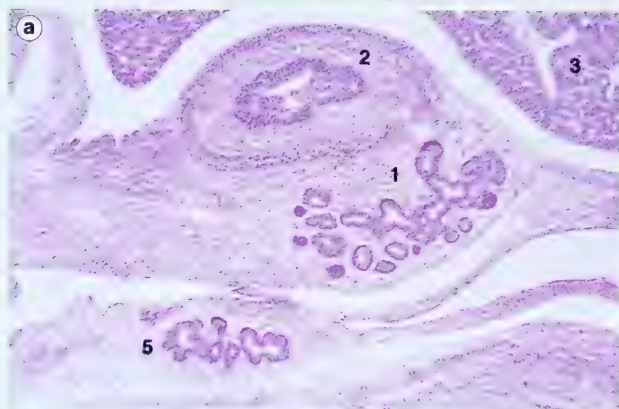




**151.** Semana 9. Los esbozos pancreáticos fusionados han formado un páncreas único 18 mm de longitud CR.

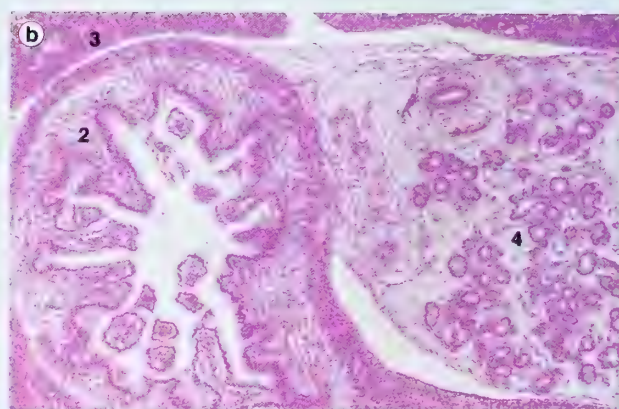
- 1. intestino
- 2. páncreas
- 3. gallbl

**152a y 152b.** Secciones transversales del páncreas



**152a.** Estadio 22 (día 54). 25 mm de longitud CR.

- 1. páncreas dorsal
- 2. intestino
- 3. hígado
- 4. páncreas (fusionado)
- 5. páncreas ventral



**152b.** Semana 8. 40 mm de longitud CR.

**152** cortesía de la St T.

## Hígado

En la 4.<sup>a</sup> semana el hígado se forma a partir de una excrecencia endodérmica (divertículo hepático) del intestino anterior, la cual penetra en el mesodermo esplácnico del *septum transversum*. Más tarde el divertículo hepático se divide (semana 5) en las ramas derecha e izquierda. Las células endodérmicas crecen en el seno del mesodermo circundante y se disponen en columnas (columnas hepáticas o parénquima). Los sinusoides se forman cuando las células hepáticas al proliferar se juntan alrededor de espacios recubiertos de endotelio del *septum transversum*. El mesodermo forma los tejidos conectivo y hemopoyético, las células de Kupffer y la cápsula fibrosa del hígado. El sistema de conductos biliares se forma cuando las ramas terminales de los esbozos de los conductos hepáticos derecho e izquierdo se canalizan.

Al principio los dos lóbulos hepáticos, derecho e izquierdo, tienen el mismo tamaño, pero después de la 6.<sup>a</sup> semana el lóbulo derecho se hace mucho mayor debido a cambios en su crecimiento relativo. Los lóbulos caudado y cuadrado se forman a partir del lóbulo derecho (semana 6). El hígado ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal entre las semanas 6-10.

Cuando el hígado se agranda, el saco vitelino regresa. La hemopoyesis se efectúa en el hígado a partir de la 6.<sup>a</sup> semana, alcanza su punto máximo entre las semanas 12-24, pero cesa al nacer.

La formación de los linfocitos se realiza en el hígado en la 10.<sup>a</sup> semana, pero cesa en el nacimiento. Los factores de la coagulación se producen en el hígado después de las semanas 10-12.

La bilis se produce en la semana 12.

Antes del nacimiento se depositan en el hígado y en el músculo esquelético grandes cantidades de hidratos de carbono, que proporcionan al niño una fuente de energía hasta que la lactancia se estabiliza (alrededor del tercer día después del nacimiento).

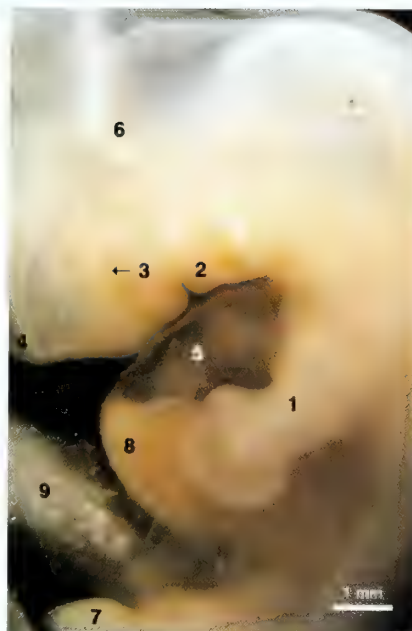
## Vesícula biliar

En la 4.<sup>a</sup> semana la vesícula biliar es una sólida excrecencia en continuidad con el divertículo hepático. Esta excrecencia crece rápidamente y durante las semanas 7-8 se canaliza y forma un saco. El pedículo se convierte en el conducto cístico, que conecta con el duodeno a través del colédoco.

Inicialmente la vesícula biliar está en la línea media, pero acaba situada más periféricamente.

La bilis es segregada a partir de la 13.<sup>a</sup> semana y colorea de verde el contenido del colon (meconio).

La vesícula biliar del neonato está más incluida en el tejido hepático que en el adulto, y con frecuencia el fondo vesicular no se extiende más allá del borde hepático.



**153.** Estadio 17 (días 11-13). Desarrollo del hígado primitivo visto desde la izquierda. 12 mm de longitud CR.

1. esbozo del m. s. y placa de la mano (paleta)
2. arco branquial
3. ojo
4. prosencefalo
5. corazon
6. rombencefalo
7. esbozo del m. i.
8. hígado
9. cordón umbilical



**154.** Estadios 17-18 (días 11-14). Hígado visto desde la derecha y el frente. Se ha extraído la piel. 14 mm de longitud CR.

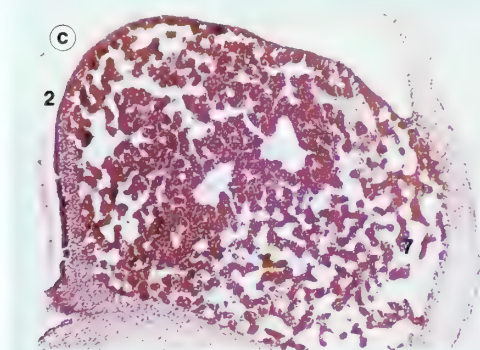
1. cavidad abdominal
2. esbozo del m. s. der.
3. espalda
4. prominencia cardiaca
5. hígado



**155a.** Estadio 19 (días 47-48). Hígado, visto desde la derecha y el frente. 20 mm de longitud CR

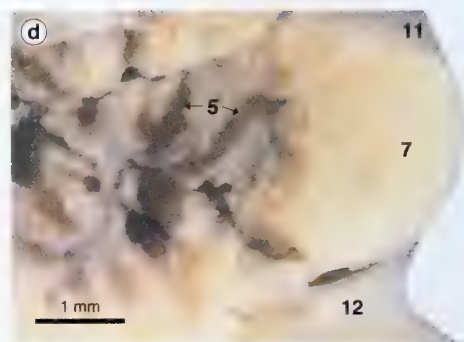


**155b.** Ampliación del hígado de la figura 155a. La pared anterior del abdomen ha sido eliminada, vista frontal.

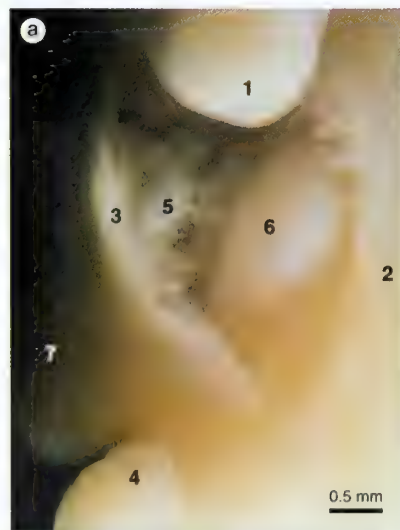


**155c.** Estadios 15-16 (días 33-37). Sección transversal del hígado. 9 mm de longitud CR.

155c cortesía de la QUB.



**155d.** Vista desde la derecha de la disección del hígado de la figura 155a. Obsérvese los conductos venosos hepatocardiacos.

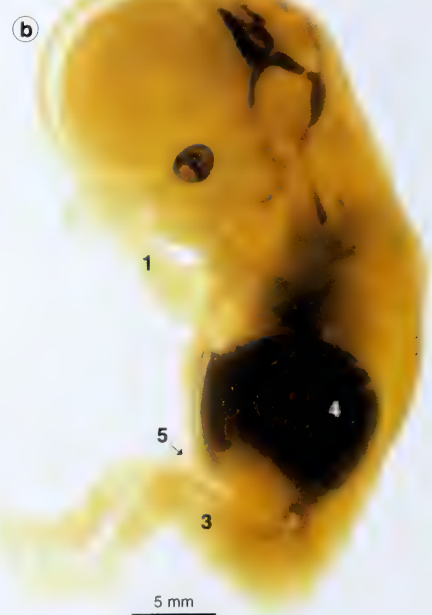


**156a.** Estadios 17-18 (días 41-44). Hígado, visto desde el lado izquierdo. Obsérvese las trabéculas hepáticas. 14 mm de longitud CR.

1. esbozo del m. s.
2. espalda
3. pared corporal
4. esbozo del m. i.
5. cordones hepáticos
6. estómago
7. cordón umbilical

**156b.** Semana 8. Hígado, visto mediante transiluminación de un feto transparentado en aceite de cedro. 40 mm de longitud CR.

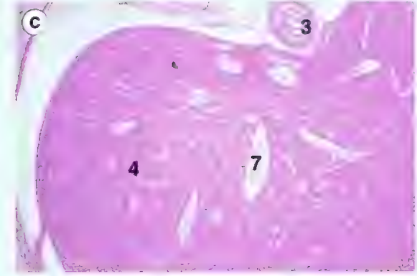
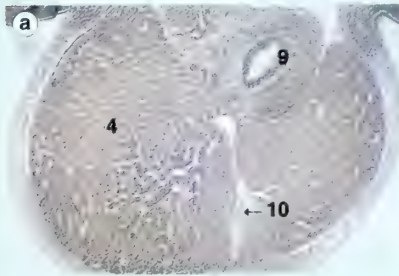
1. miembro superior
2. ojo
3. miembro inferior
4. hígado
5. cordón umbilical





**157a-157c.** Secciones transversales en parafina del hígado en desarrollo.

**157a-157c** cortesía de la LHSM

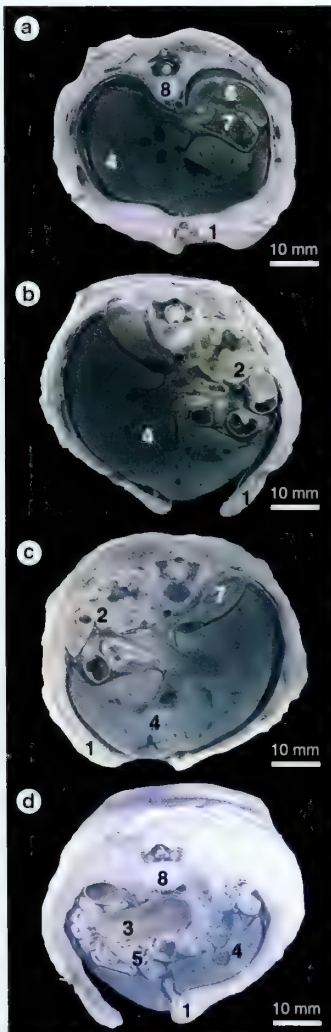


**157a.** Estadios 14-15 (días 32-33). 7 mm de longitud CR

**157b.** Estadio 23 (días 56-57). 28 mm de longitud CR.

**157c.** Ampliación de la parte posterior del hígado de la sección de la figura 157b.

- |                   |             |                                   |                      |
|-------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1. pared corporal | 4. hígado   | 7. tributaria de la vena hepática | 9. estómago          |
| 2. diafragma      | 5. pulmón   | 10. vena umbilical                | 11. cuerpo vertebral |
| 3. esófago        | 6. costilla |                                   |                      |



**158a-158d.** Feto a término. Dos secciones transversales del abdomen superior.

**158a y 158b.** Vistas desde arriba (superficie superior) de los especímenes.

1. pared anterior del abdomen
2. riñón
3. intestino grueso
4. hígado
5. intestino delgado
6. bazo
7. estómago
8. cuerpo vertebral

**158c y 158d.** Vistas desde abajo (superficie inferior) de los mismos especímenes.

**158a-158d** cortesía de la RFHSM



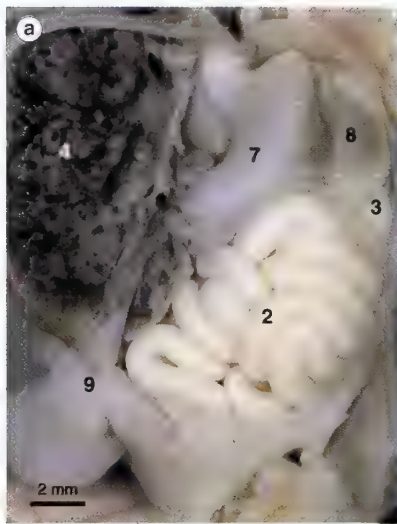
**159a-159c.** Desarrollo del hígado. Vistas desde la superficie ventral de hígados disecados.

**159a.** Semana 9. 48 mm de longitud CR.

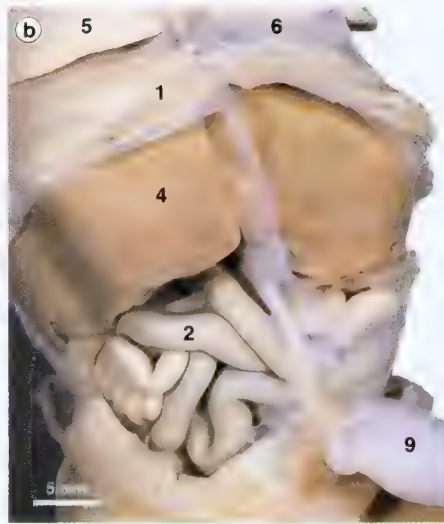
**159b.** Semana 11. 65 mm de longitud CR ♂.

**159c.** Semana 13. 92 mm de longitud CR ♀.

1. ligamento falciforme
2. lóbulo izquierdo
3. lóbulo derecho
4. vena umbilical



**160a.** Semana 10. La superficie anterior (ventral) del hígado ha sido eliminada 57 mm de longitud CR ♂.

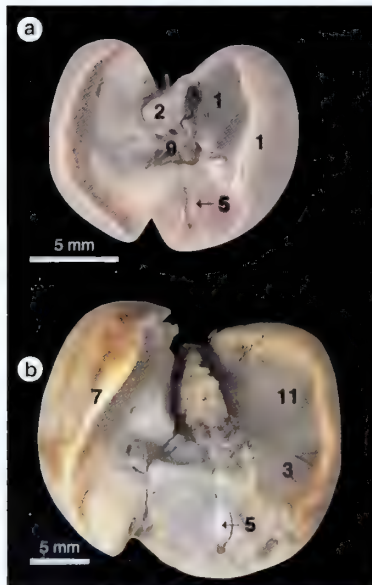


**160b.** Semana 13. 101 mm de longitud CR ♀.

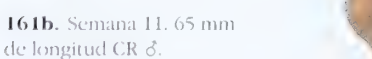
**160a y 160b.** Tránsito de la vena umbilical en el ligamento falciforme y en el hígado.

1. diafragma
2. intestino
3. riñón
4. hígado
5. pulmón
6. pericardio
7. estómago
8. glándula suprarrenal (adrenal)
9. cordón umbilical

**161a-161d.** Superficie posterior (dorsal) del hígado.



**161a.** Semana 10. 57 mm de longitud CR ♂.



**161b.** Semana 11. 65 mm de longitud CR ♂.

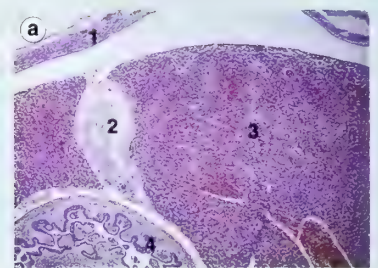


**161c.** Semana 13. 92 mm de longitud CR ♀.

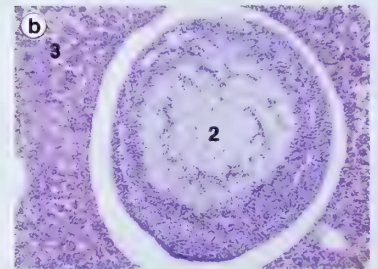


**161d.** Semana 13. 101 mm de longitud CR ♀.

- |                     |   |                     |
|---------------------|---|---------------------|
| 1. área desnuda     | 5. vesícula biliar                          | 9. hilio hepático   |
| 2. lobulo caudado   | 6. impresión gástrica                       | 10. lóbulo cuadrado |
| 3. impresión colica | 7. lobulo izquierdo                         | 11. impresión renal |
| 4. surco esofágico  | 8. ligamento redondo y ligamento falciforme | 12. lóbulo derecho  |



**162a.** Estadio 23 (días 56-57). Sección transversal del hígado. 29 mm de longitud CR.



**162b.** Estadio 23 (días 56-57). Sección transversal de la vesícula biliar. 30 mm de longitud CR.

- |                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| 1. pared anterior del abdomen | 3. hígado   |
| 2. vesícula biliar            | 4. estómago |

## Rotación del intestino medio

En la 4.<sup>a</sup> semana el intestino primitivo es un tubo recto (v. Saco vitelino). Pero, más tarde, en las semanas 5 y 6, crece y forma una única asa, irrigada centralmente por la arteria mesentérica superior. En el asa hay dos puntos de referencia: el pedículo vitelino y el divertículo cecal, que marca la unión entre el intestino delgado y el grueso. El pedículo vitelino está en el vértice del asa y la divide en dos partes: una rama craneal o proximal y otra rama caudal o distal. El abdomen primitivo (semana 6) está ampliamente ocupado por el hígado y los riñones, por lo que el crecimiento rápido de los intestinos provoca que ocupen una posición extraembrionaria en el cordón umbilical (hernia umbilical fisiológica). La rama proximal crece más rápidamente y forma varios segmentos de intestino en forma de combi (asas intestinales) mientras que la rama distal crece más lentamente. Como la abertura del cordón umbilical es estrecha, se produce rotación en la región del vértice. La unión del pedículo vitelino con el intestino se estrecha y se rompe, la rama distal del asa gira 90° en el sentido contrario al de las agujas del reloj, por lo que el divertículo cecal (y la rama distal) es desplazado hacia el lado izquierdo del cuerpo. El divertículo cecal se diferencia en el ciego y en el apéndice vermiforme, al tiempo que el intestino regresa (reducción), a la cavidad abdominal que ha aumentado su capacidad (semana 10). La rama proximal del intestino regresa primero (semana 8) y pasa por detrás de la arteria mesentérica superior. La mayor parte de las asas herniadas regresan hacia la 9.<sup>a</sup> semana. El largo intestino, mientras regresa a la cavidad abdominal, gira otros 180°, por lo que el apéndice vermiforme y el ciego se sitúan cerca del lóbulo derecho del hígado. Más tarde, cuando descienden hacia la fosa ilíaca derecha, la parte proximal del colon forma el colon ascendente y el ángulo hepático del colon.

Cuando los intestinos alcanzan su posición adulta, sus mesenterios son presionados contra la pared posterior del abdomen, donde todos los mesenterios quedan fijados, excepto los mesenterios del intestino medio, duodeno y colon ascendente. El duodeno (excepto los 25 primeros mm en el adulto) y el colon ascendente son retroperitoneales.

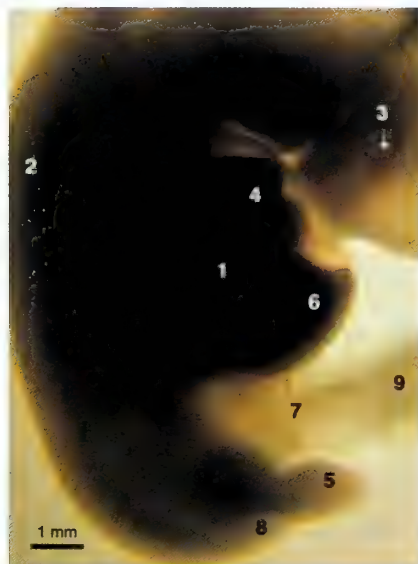
La rama proximal formará los 5,5-6,0 mm del intestino delgado adulto (duodeno, yeyuno y parte superior del ileon). La rama distal, que formará el intestino grueso, tiene un diámetro menor que el intestino delgado hasta que se alcanza la 18.<sup>a</sup> semana.

Durante las semanas 6-7 el revestimiento epitelial del duodeno prolifera y casi llena totalmente la luz, pero su permeabilidad se restablece rápidamente (semana 8).

Las vellosidades aparecen en la 7.<sup>a</sup> semana, y la mucosa absorbe líquido amniótico. Las glándulas de Lieberkuhn aparecen en la base de las vellosidades hacia el final de la 12.<sup>a</sup> semana y poco después lo hacen las glándulas de Brunner (duodenales). Los ganglios linfáticos y las placas de Peyer aparecen a partir de las semanas 18-20. El tejido elástico está primariamente en la pared de los vasos sanguíneos. La musculatura está pobremente desarrollada y los movimientos peristálticos son débiles y discontinuos.

- El divertículo de Meckel es la persistencia del extremo intestinal del pedículo vitelino como un divertículo ileal.
- En el nacimiento, el intestino neonatal es estéril, pero rápidamente adquiere una flora intestinal.
- En el nacimiento, la musculatura intestinal está pobremente desarrollada y la pared intestinal es delgada. En los primeros meses aumenta considerablemente el tejido elástico en las paredes.





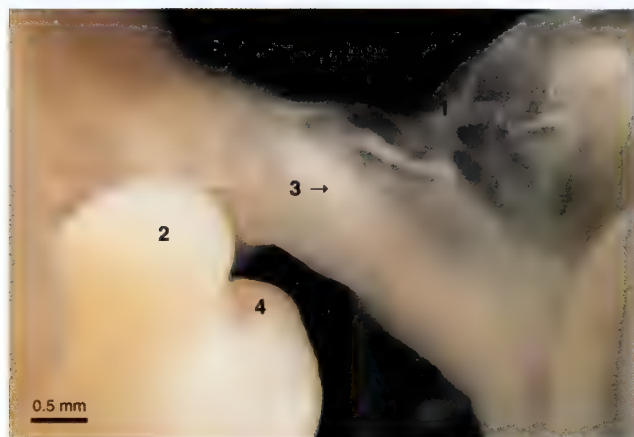
**163.** Estadio 17 (día 41). El intestino medio ha empezado a herniarse dentro del cordón umbilical. Visto desde el lado derecho y mediante transiluminación. 12 mm de longitud CR.

1. esbozo del m. s.
2. espalda
3. ojo (derecho)
4. corazón
5. esbozo del m. i.
6. hígado
7. hernia del i. m.
8. cola
9. cordón umbilical



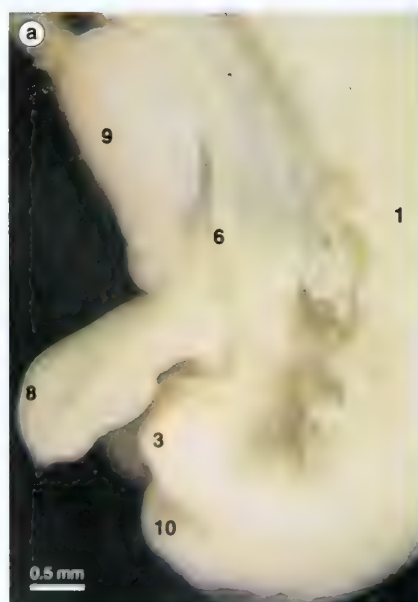
**164.** Estadios 16-17 (días 37-41). Intestino medio herniándose dentro del cordón umbilical. 12 mm de longitud CR.

1. abdomen
2. esbozo del m. s. der.
3. tubérculo genital
4. esbozo del m. i.
5. hernia del i. m.
6. cola
7. cordón umbilical



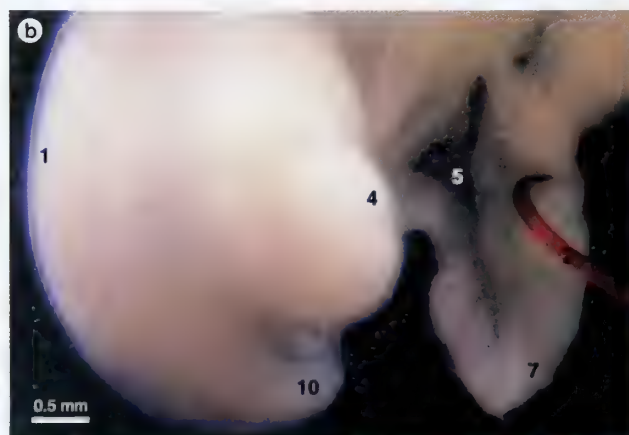
**165.** Estadios 17-18 (días 41-44). Hernia fisiológica del intestino medio 14 mm de longitud CR.

1. amnios
2. esbozo del m. i.
3. hernia del i. m.
4. cola



**166a.** Estadios 17-18 (días 41-44). Hernia fisiológica del intestino medio, vista desde el lado izquierdo. Se han extirpado el esbozo del miembro inferior izquierdo y el hígado. 14 mm de longitud CR

**166b.** Vista desde el lado derecho del mismo embrión de la figura 166a. Obsérvese el mesenterio dorsal del asa de intestino medio.

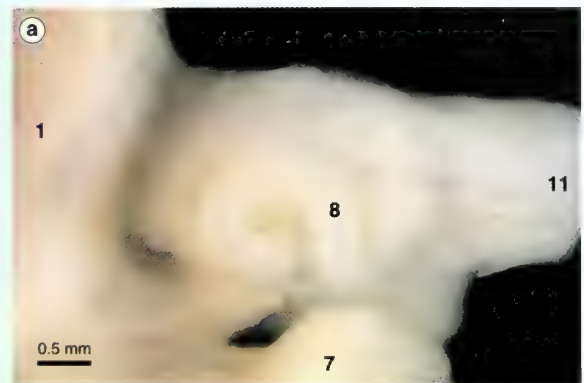


1. espalda
2. espina de cactus
3. tubérculo genital
4. esbozo del miembro inferior
5. mesenterio
6. riñón mesonefrico (izquierdo)
7. intestino medio
8. hernia del intestino medio (cordón umbilical extraído)
9. estómago
10. cola

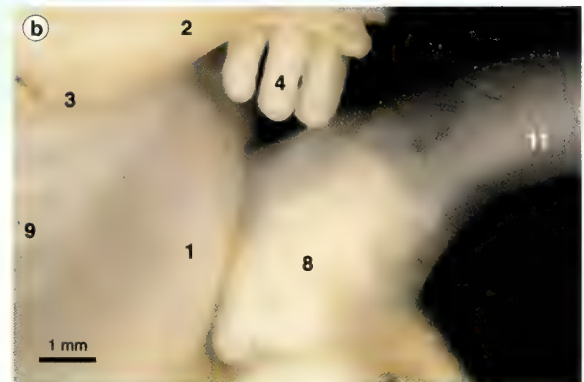


1. abdomen
2. miembro superior
3. ojo
4. testis
5. pie
6. rodilla
7. miembro inferior
8. hernia del m.
9. costilla
10. dedos del pie
11. cordón umbilical

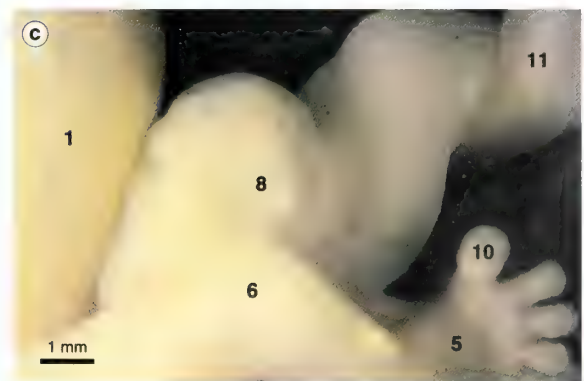
**168a-168c.** Hernia histológica  
del intestino medio, vista desde  
la derecha



**168a.** Estadio 19 (días 47-48) 20 mm de longitud CR



**168b.** Estadios 22-23 (días 54-57) 27 mm de longitud CR



**168c.** Semana 8 34 mm de longitud CR

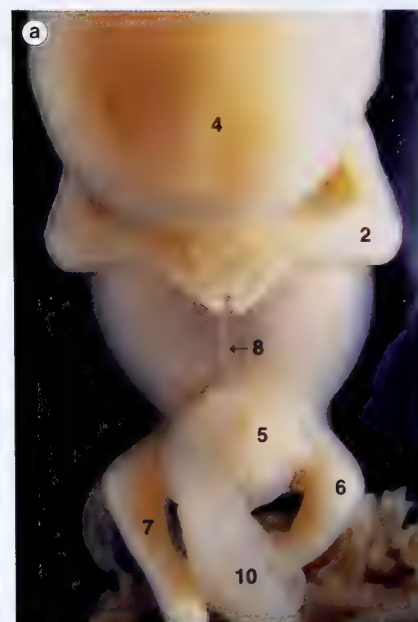




**169.** Estadios 22-23 (días 54-57). Secciones transversales en parafina del intestino medio herniado. 28 mm de longitud CR.

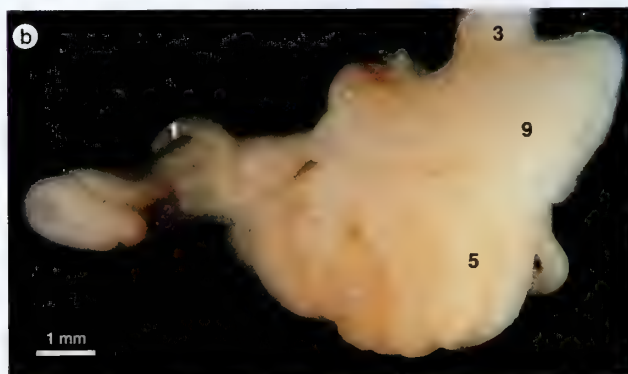
1. aorta
2. músculos erectores de la columna vertebral
3. gónada
4. hernia del i. m.
5. riñón
6. hígado
7. médula espinal
8. estómago
9. cordón umbilical
10. cuerpo vertebral

**169** cortesía de la LHSM.

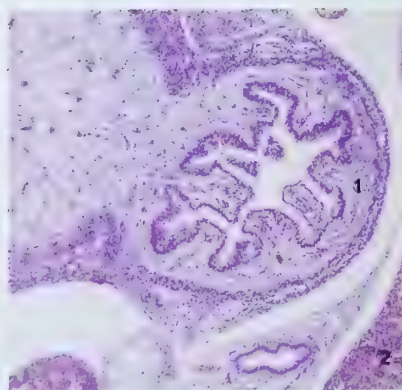


**170a.** Estadios 22-23 (días 54-57). Hernia fisiológica del intestino medio. Vista frontal. 28 mm de longitud CR.

**170b.** Semana 8. Disección de la hernia fisiológica del intestino medio. 40 mm de longitud CR.



**171.** Semana 11. La hernia del intestino medio se ha reintegrado dentro de la cavidad abdominal agrandada. 70 mm de longitud CR ♀.



**172.** Estadio 23 (días 56-57). Corte transversal del duodeno. 30 mm de longitud CR.

1. duodeno
2. hígado





173a. Semana 8. 34 mm de longitud CR.



173b. Semana 9. En este período no hay diferencias entre el aspecto externo del intestino delgado y del intestino grueso. 50 mm de longitud CR ♀.

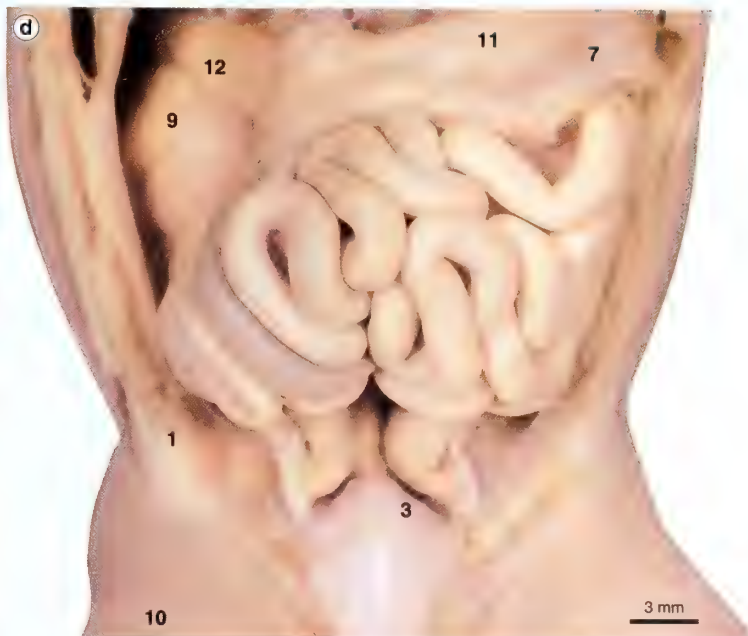
173a-173f. Regreso del intestino medio al interior de la cavidad abdominal y posición del intestino. Vista frontal. Se ha extirpado el hígado.

1. pared anterior del abdomen
2. apéndice
3. vejiga urinaria
4. diafragma
5. esófago
6. gónada
7. epiplón mayor
8. hernia del intestino medio
9. riñón
10. miembro inferior
11. estómago
12. glándula suprarrenal (adrenal)
13. colon transversal
14. cordón umbilical



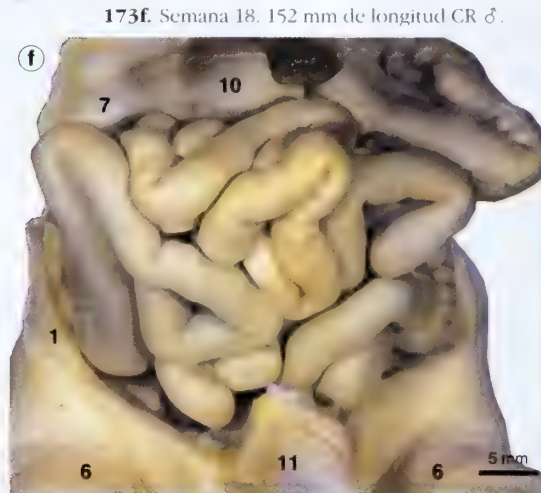
173c. Semana 11. 65 mm de longitud CR ♂.

173d. Semana 13. 97 mm de longitud CR ♂.



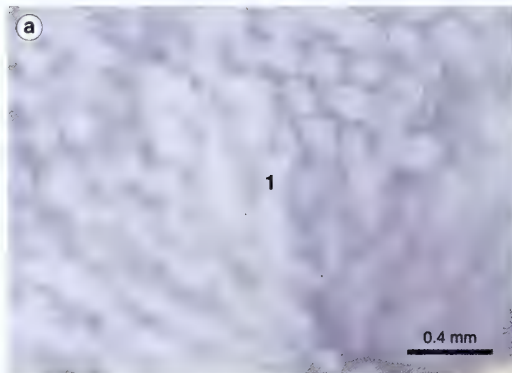


**173e.** Semana 15. 123 mm de longitud CR ♀

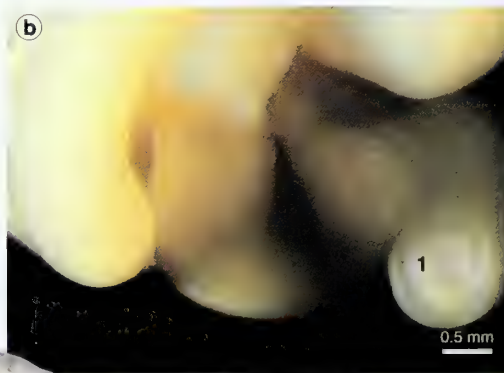


**173f.** Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂

- 1. pared anterior del abdomen
- 2. diafragma
- 3. esófago
- 4. epiplón mayor
- 5. riñón
- 6. miembro inferior
- 7. localización del ángulo hepático
- 8. estómago
- 9. glándula suprarrenal (adrenal)
- 10. colon transversal
- 11. cordón umbilical



**174a.** Semana 9. Vellosidades intestinales. 50 mm de longitud CR



**174b.** Semana 10. El intestino está lleno de vellosidades. 60 mm de longitud CR ♀.

- 1. vellosidades



- 1. ileon
- 2. divertículo de Meckel

**175.** Feto a término  
Divertículo de Meckel  
(pedículo vitelino).

*175 cortesía de la RFIISM*

# Intestino posterior

El intestino posterior continúa la parte caudal del intestino medio y termina en la cloaca primitiva (véase «Saco vitelino»). La alantoides se sitúa por delante de la cloaca anterior. En las semanas 6-7 el tabique urorectal divide la cloaca y la membrana cloacal en dos partes, una comprende el recto, conducto anal y membrana anal, y la otra parte incluye el seno urogenital y la membrana urogenital. Donde se fusiona el tabique con la membrana cloacal, se forma el cuerpo perineal. El mesoderma prolifera alrededor de la membrana anal y provoca la formación del proto-deo (o fosa anal). En la 8.<sup>a</sup> semana la membrana se rompe y el conducto anal comunica con la cavidad amniótica.

El intestino posterior se desplaza hacia la izquierda cuando las asas intestinales regresan dentro de la cavidad abdominal. Da origen a la parte distal del colon transverso, el colon descendente y sigmoide; el recto, la parte superior del conducto anal y parte del sistema urogenital.

El intestino posterior está irrigado por la arteria mesentérica inferior.

El mesenterio del colon descendente se une con el peritoneo de la pared dorsal de la cavidad abdominal, desapareciendo. El mesenterio del colon sigmoide se mantiene.

El colon tiene tenias poco desarrolladas y su superficie externa es lisa porque faltan las saculaciones (*baustra*) y los apéndices epiploicos. El colon contiene líquido amniótico ingerido y células procedentes de la descamación epitelial de la piel, de la cavidad bucal, del tracto respiratorio y digestivo, lanugo, *vernix caseosa*, secreciones del hígado, páncreas y glándulas gastrointestinales, urea, esteroides, biliverdina, mucoproteínas y mucopolisacáridos. Se absorben los lípidos y el contenido residual se acumula en el colon como meconio, después de las semanas 16-20. En el nacimiento el recto está habitualmente distendido por el meconio.

\* Las saculaciones del colon se forman durante los primeros 6 meses.

Los niños nacidos «a término» defecan en las primeras 24 h después del nacimiento.



176a. Semana 11. 65 mm de longitud CR ♂

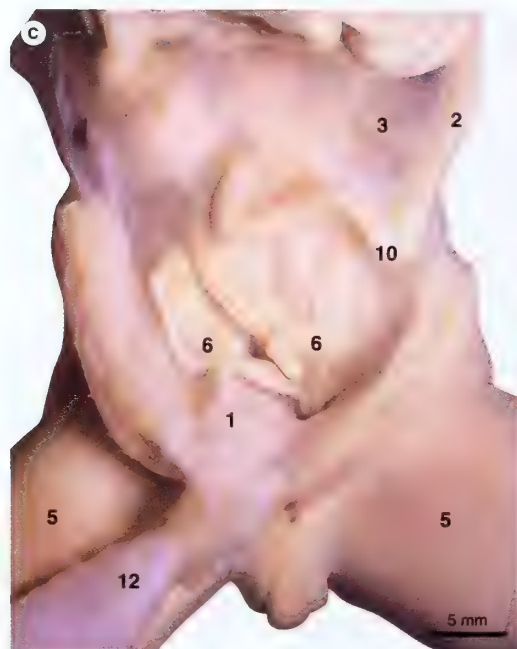


176b. Semana 13. 92 mm de longitud CR ♀.

176a-176e. Desarrollo del colon descendente y del recto. Con el tiempo, poder observarlos, se ha desplazado hacia arriba al resto de vísceras abdominales.

1. vejiga urinaria
2. colon descendente
3. mesocolon descendente
4. genitales externos
5. riñón
6. miembro inferior
7. ovario
8. colon sigmoide
9. glándula suprarrenal (adrenal)
10. testículo
11. cordón umbilical
12. trompa uterina (Falopio)





176c. Semana 13. 101 mm de longitud CR ♀.



176d. Semana 15. 123 mm de longitud CR ♀.



176e. Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂.

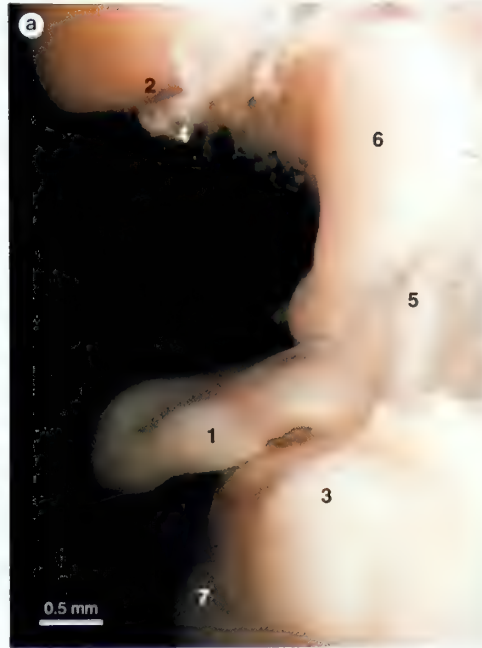


177. Semana 15. La vejiga urinaria y parte del primordio uterovaginal se han eliminado, para poder ver la posición del recto del espécimen de la figura 176d. 123 mm de longitud CR ♀.

## Ciego y apéndice vermiforme

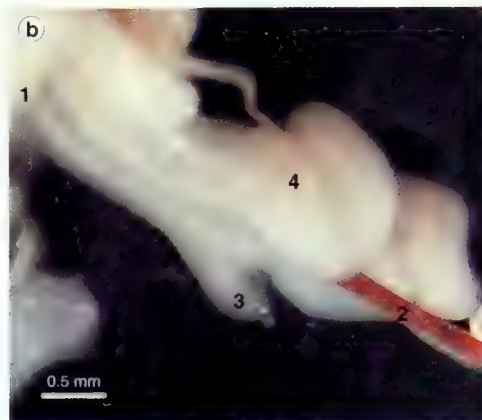
El divertículo cecal aparece en el intestino primitivo (semana 6) como un área roma que marca la unión entre los intestinos delgado y grueso. Posteriormente (semana 8), debido a que la parte terminal del divertículo (apéndice) no crece tan rápidamente como la parte proximal (ciego), se forma un largo saco ciego. Cuando el colon se alarga el ciego y el apéndice descienden. El apéndice vermiforme puede situarse posterior al ciego (retrocecal) o al colon (retrocólico) o en la pelvis.

- El apéndice es relativamente más largo en el neonato que en el adulto.
- El ciego es relativamente más corto en el neonato que en el adulto.
- En el recién nacido, el ciego se estrecha progresivamente hacia el apéndice, no habiendo habitualmente una marcada separación entre ellos.
- En el recién nacido no se han formado ni las saculaciones ni los apéndices epiploicos del colon. Las primeras saculaciones se forman en los primeros 6 meses después del nacimiento.



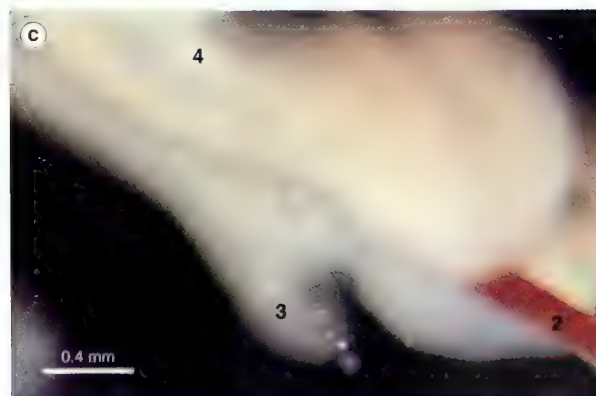
**178a.** Estadios 17-18 (días 11-14). Divertículo cecal primitivo. El cordón umbilical ha sido eliminado. 14 mm de longitud CR.

1. divertículo cecal
2. corazón
3. esbozo del miembro inferior (izquierdo)
4. hígado resecaado
5. riñón mesonéfrico
6. estómago
7. cola

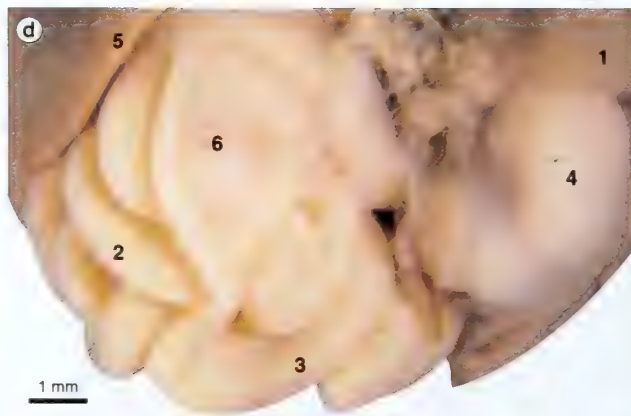


**178b.** Estadio 19 (días 47-48). Divertículo cecal, visto desde el lado derecho. El cordón umbilical ha sido eliminado. 20 mm de longitud CR.

1. abdomen
2. espina de cactus
3. divertículo cecal (con apéndice)
4. hernia del intestino medio (cordón umbilical eliminado)



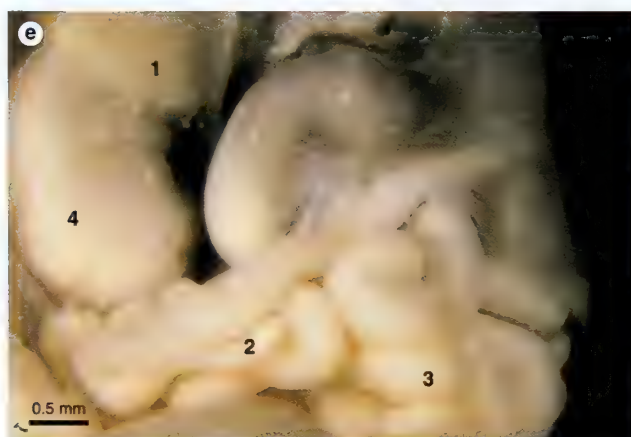
**178c.** Ampliación de la figura 178b.



**178d-178g.** Desarrollo ulterior del ciego y del apéndice vistos desde la espalda (superficie dorsal).

**178d.** Semana 9 - 48 mm de longitud CR ±

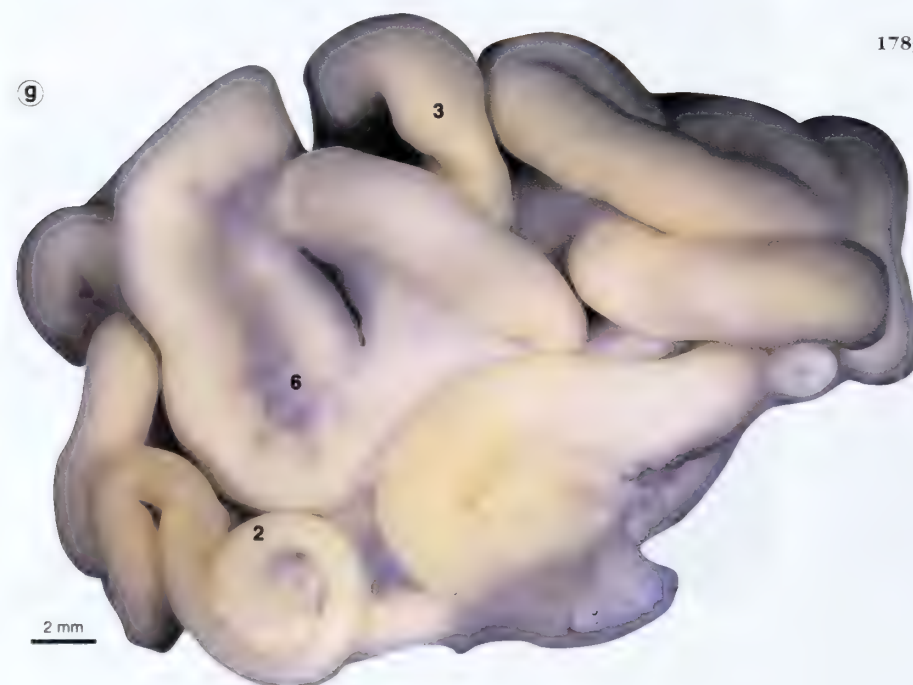
- 1. glándula adrenal
- 2. apéndice
- 3. intestino
- 4. riñón
- 5. hígado
- 6. mesenterio



**178e.** Semana 10 - 60 mm de longitud CR ±



**178f.** Semana 10 - 60 mm de longitud CR ±



**178g.** Semana 15 - 123 mm de longitud CR ±



## Conducto anal

El conducto anal tiene un doble origen: los dos tercios superiores se forman a partir del intestino posterior (irrigado por la arteria mesentérica superior) y el tercio inferior (irrigado por la arteria mesentérica inferior) procede del proctodeo (v. «Intestino posterior»). La unión de ambas partes está indicada, aproximadamente, por la línea pectínea.

En el nacimiento está bien desarrollada la musculatura del esfínter anal.

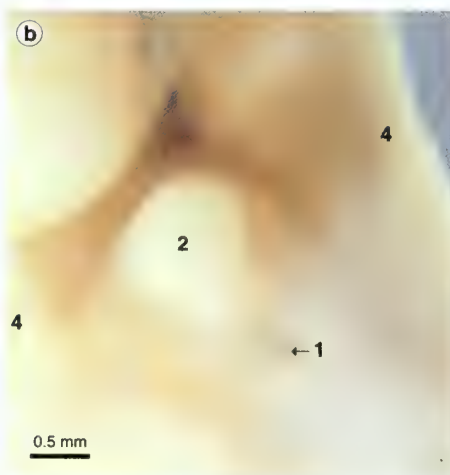
Si el feto está anóxico, se producen unos movimientos peristálticos activos en el colon y en el recto, que hacen que el meconio entre en el conducto anal. Se produce el reflejo de la defecación, los músculos del esfínter anal se relajan y el meconio pasa al líquido amniótico.



**179a-179h.** Desarrollo del ano.

1. ano en desarrollo
2. genitales externos
3. tubérculo genital
4. miembro inferior
5. esbozo del miembro inferior
6. cola
7. cordón umbilical

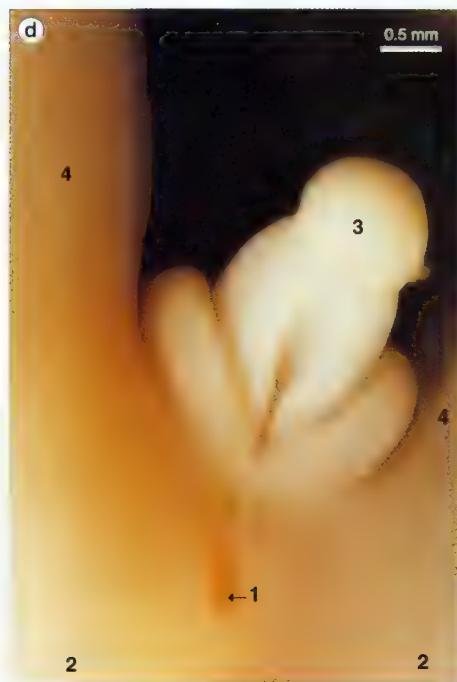
**179a.** Estados 17-18 (días 41-44). 14 mm de longitud CR.



**179b.** Semana 8, 32 mm de longitud CR.



**179c.** Semana 8, 34 mm de longitud CR.



**179d.** Semana 9  
48 mm de  
longitud CR

- 1. ano
- 2. nalgas
- 3. genitales externos
- 4. miembro inferior
- 5. cola



**179e.** Semana 10. 56 mm de longitud CR ♀



**179f.** Semana 12. 85 mm de longitud CR ♂.



**179g.** Semana 9. Relación entre el ano en desarrollo y la cola en regresión. 46 mm de longitud CR.



**179h.** Semana 15.  
Sección sagital del ano  
en desarrollo. 125 mm  
de longitud CR.

- 1. ano
- 2. vejiga urinaria
- 3. genitales externos
- 4. intestino
- 5. pelvis

**179h** cortesía  
de la CCHMS

## Riñón

El mesodermo intermedio cervical inferior y torácico superior se unen para formar un cordón nefrogénico continuo. El conducto excretor primario se forma en el cordón nefrogénico dorsal a la altura del 9.<sup>a</sup> somita durante los días 23 y 24. Crece caudalmente al tiempo que se separa del cordón nefrogénico y se cavita. Se sitúa inmediatamente debajo del ectodermo y gira ventralmente para abrirse en la cloaca el día 28. En el lugar donde el cordón se une a la cloaca se encuentra un divertículo, el brote metanéfrico o ureteral.

Grupos de células del cordón mesonéfrico craneal forman túbulos néfricos rudimentarios y transitorios: el pronefros.

El mesonefros reemplaza al pronefros y se forma por debajo de la altura de L3. En un extremo los túbulos mesonéfricos, con forma de «S», se abren en el conducto excretorio primario (ahora conducto mesonéfrico), mientras que en el otro extremo se encuentra la cápsula glomerular con su irrigación procedente de la aorta. Los túbulos más craneales se atrofian y desaparecen antes que se desarrollen los más caudales. Por lo general, no hay más de 30-40 túbulos simultáneamente en un embrión. Hacia el final de la 6.<sup>a</sup> semana el mesonefros de cada lado se junta formando la cresta mesonéfrica, que se extiende desde el *septum transversum* hasta la altura de L3. La glándula genital se forma en su cara medial. La mayor parte del mesonefros craneal se atrofia y desaparece, permaneciendo únicamente el comprendido entre la altura de L1 y de L3.

Los derivados de los túbulos persistentes son los conductillos eferentes de los testículos y el paradidimo en el varón y el epoóforo y el paraoóforo en la mujer.

En el varón, el conducto mesonéfrico forma el apéndice del epididimo, el conducto deferente y el conducto eyaculador. Al final de la 13.<sup>a</sup> semana la vesícula seminal y la ampolla del conducto deferente se forman en el extremo del conducto mesonéfrico. El día 15 las dos áreas se separan y el día 24 se suprime el desarrollo del conducto mesonéfrico y ambas crecen rápidamente.

En la mujer, está suprimido el desarrollo del conducto mesonéfrico y da lugar al conducto longitudinal del epoóforo, apéndice vesicular y conducto de Gartner.

Mientras que, en la 5.<sup>a</sup> semana, el brote metanéfrico (ureteral) crece dorsalmente desde el conducto mesonéfrico, su extremo ciego crece en el interior de una masa de tejido metanéfrico que forma la caperuza metanéfrica. El pedículo del brote ureteral forma el uréter, y da origen a la pelvis, cálices y túbulos colectores. Los derivados de la caperuza metanéfrica son las nefronas. Los vasos sanguíneos glomerulares se forman *in situ*. La orina se produce en la 9.<sup>a</sup> semana y es excretada dentro del líquido amniótico (v. «Amnios»).

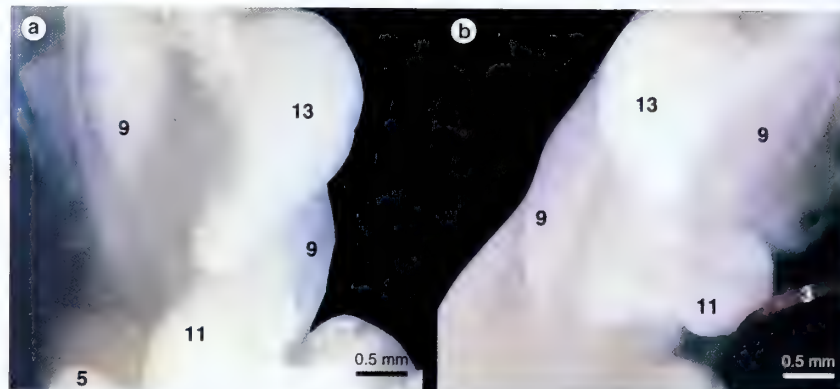
### Irrigación sanguínea

El riñón pelviano está irrigado por las arterias ilíacas comunes. Cuando el riñón emigra cefálicamente, está irrigado sucesivamente por nuevas ramas aórticas. Por último, en la 9.<sup>a</sup> semana está irrigado por la arteria suprarrenal más caudal (procedente de la aorta) que se alarga para formar la arteria renal.

- El riñón neonatal es bilobulado, pero la lobulación desaparece habitualmente hacia la edad de 4-5 años.
- Los glomérulos se transforman en totalmente funcionales hacia la semana 6 después del nacimiento.
- La ausencia de un riñón (agenesia renal) es relativamente común.
- Los riñones portadores de múltiples quistes (poliquísticos) funcionan deficitariamente. No se conoce exactamente la causa de estos quistes.



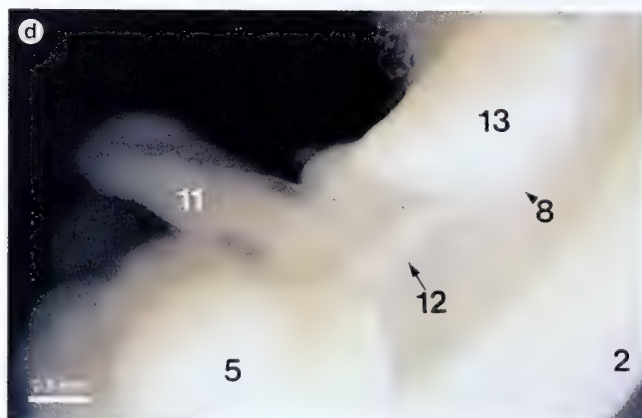
## 180a-180l. Desarrollo de los riñones mesonefricos y metanefricos



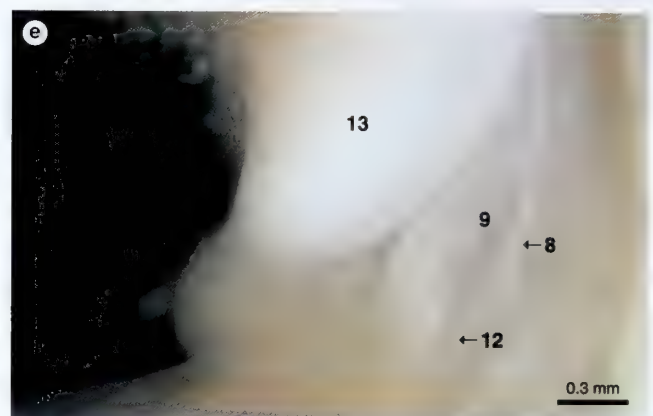
**180a.** Estadios 17-18 (días 41-44). Vista desde la superficie ventral. El riñón mesonefrico está a todo lo largo del abdomen. Se ha extirpado el hígado. 14 mm de longitud CR.

**180b.** El mismo espécimen de la figura 180a, visto desde la superficie ventral. El estómago ha sido desplazado hacia la derecha.

**180c.** Vista desde la izquierda del mismo embrión de la figura 180a.

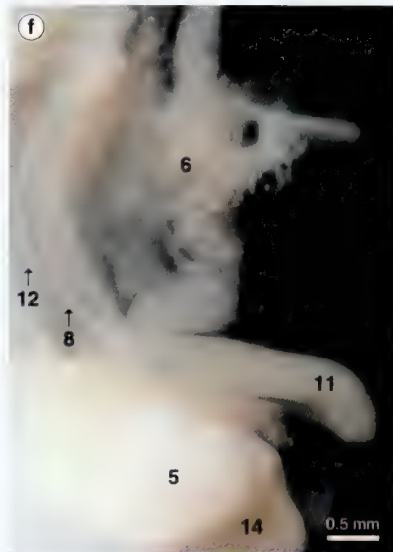


**180d.** Vista desde la izquierda del embrión de la figura 180a.



**180e.** Ampliación de la figura 180d.

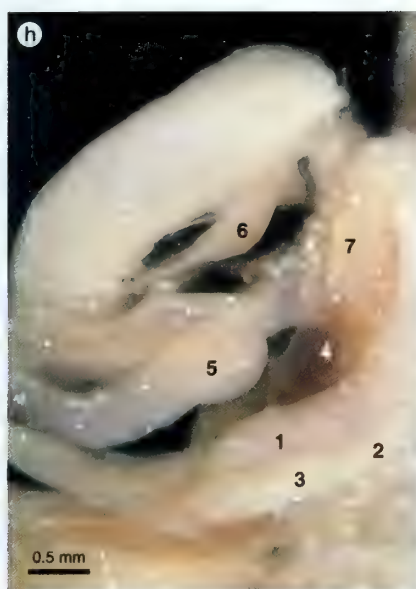
1. abdomen
2. espalda
3. espina de cactus
4. corazón
5. esbozo del m. i.
6. hígado
7. divertículo pulmonar
8. conducto mesonefrico
9. túbulos mesonefricos
10. brote metanefrico
11. intestino medio
12. conducto paramesonefrico
13. estómago
14. cola



**180f.** Vista desde el lado derecho del embrión de la figura 180a.



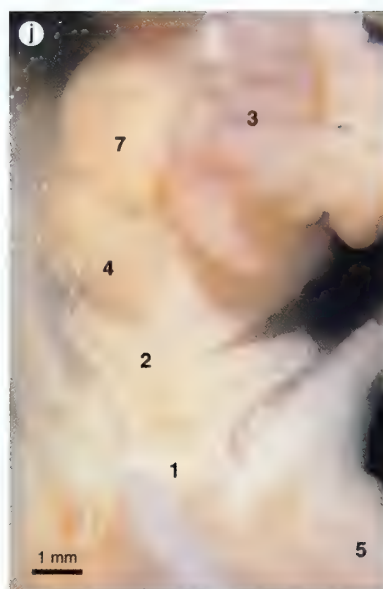
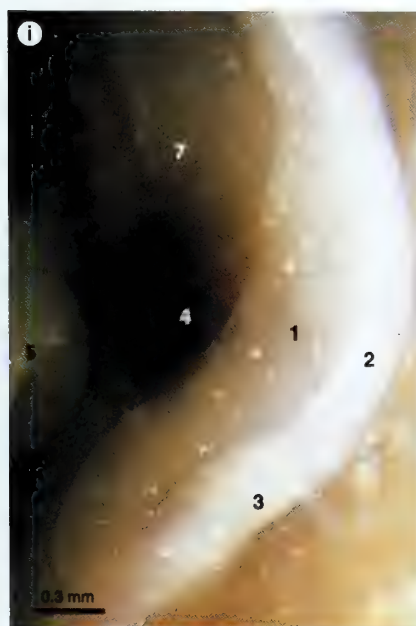
**180g.** El riñón metanefrico del mismo embrión de la figura 180a.



**180h.** Estadio 19 (días 17-18). El riñon mesonefrico degenerando, mientras que el riñon metanefrico emigra hacia la pared posterior del abdomen para encontrarse con la glandula suprarrenal (adrenal). Hígado eliminado, visto desde la izquierda. 20 mm de longitud CR.

1. gonada
2. riñon mesonefrico
3. tubulos mesonefricos
4. riñon metanefrico
5. intestino medio
6. pancreas
7. glandula suprarrenal (adrenal)

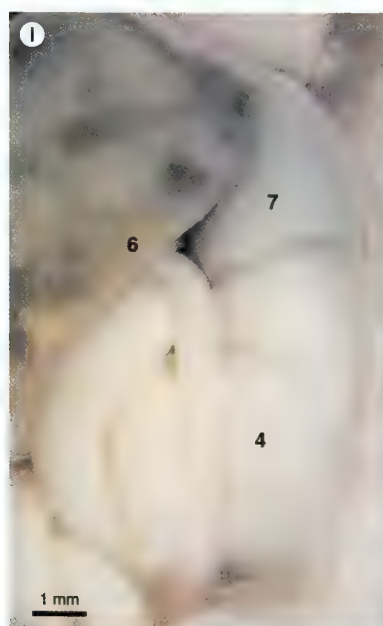
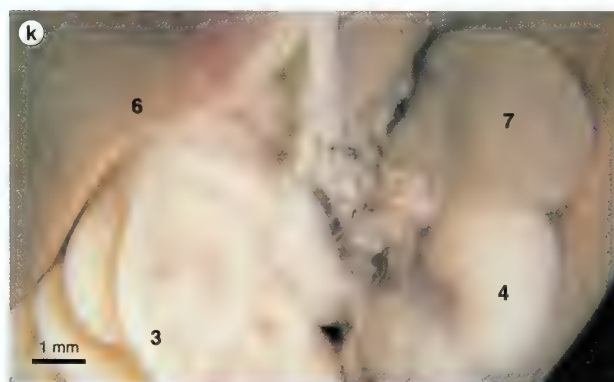
**180i.** El mismo espécimen de la figura 180h.



**180j-180l.** El riñon metanefrico

**180j.** Semana 8. El intestino ha sido desplazado hacia arriba. 40 mm de longitud CR.

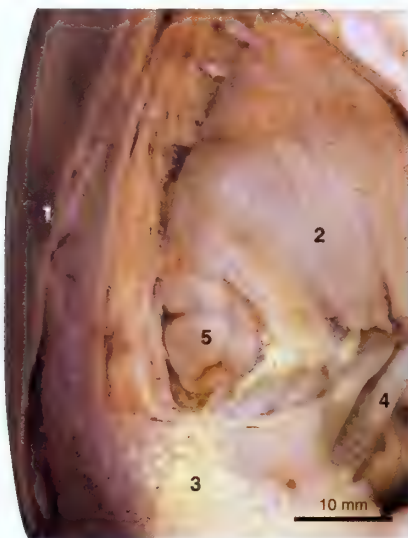
**180k.** Semana 8. 48 mm de longitud CR.



**180l.** Semana 10. 56 mm de longitud CR.

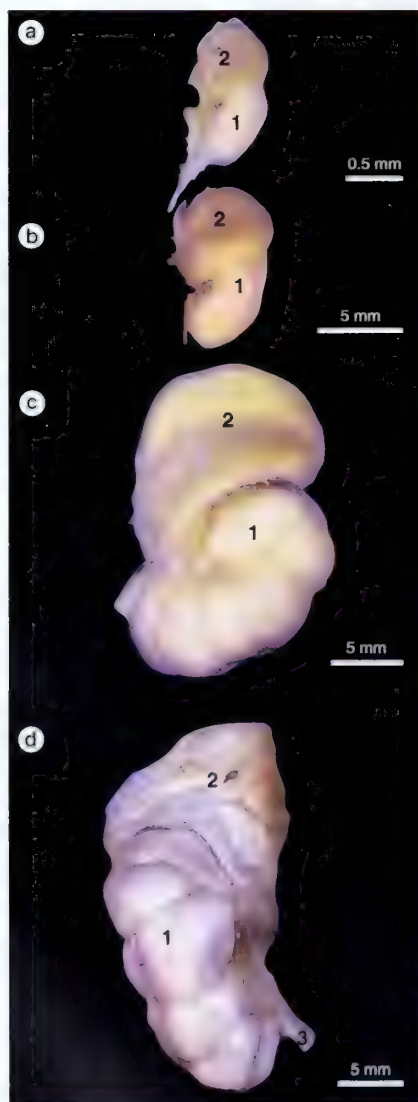
1. vejiga urinaria
2. gonada
3. intestino ty apendice
4. riñon (metanefrico)
5. miembro inferior
6. hígado
7. glandula suprarrenal (adrenal)





**181.** Semana 18  
Posición final del  
riñón fetal. 152 mm  
de longitud CR ♂.

- 1. espalda
- 2. diafragma
- 3. grasa
- 4. intestino
- 5. riñón



**182a-182d.**  
Aumento de tamaño  
del riñón  
metanéfrico y de la  
glándula suprarrenal  
(adrenal).

**182a.** Semana 9.  
Vista de la superficie  
ventral. 48 mm de  
longitud CR ♂.

**182b.** Semana 11.  
65 mm  
de longitud CR ♂.

**182c.** Semana 13.  
101 mm  
de longitud CR ♀.

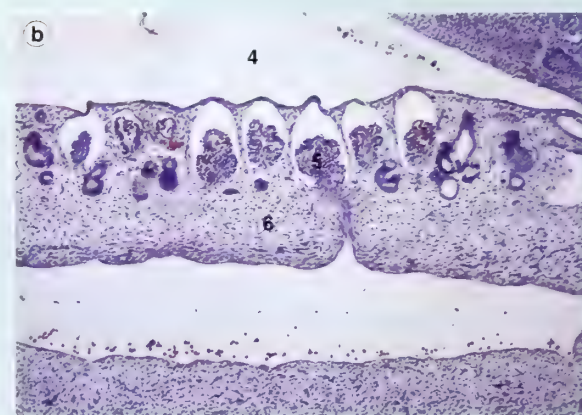
**182d.** Semana 18.  
Riñón izquierdo  
y glándula  
suprarrenal. Vista  
de la superficie  
dorsal. 152 mm  
de longitud CR ♂.

- 1. riñón metanéfrico
- 2. glándula  
suprarrenal  
(adrenal)
- 3. uréter

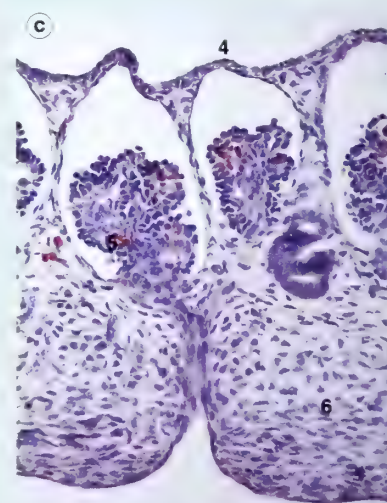
**183a-183c.** Secciones transversales en parafina  
del mesonefros del embrión primitivo.



**183a.** Estadios 15-16 (días 33-37). 8 mm CR. **183a** cortesía de la IHSM.



**183b.** Estadios 15-16 (días 33-37). 9 mm de longitud CR.

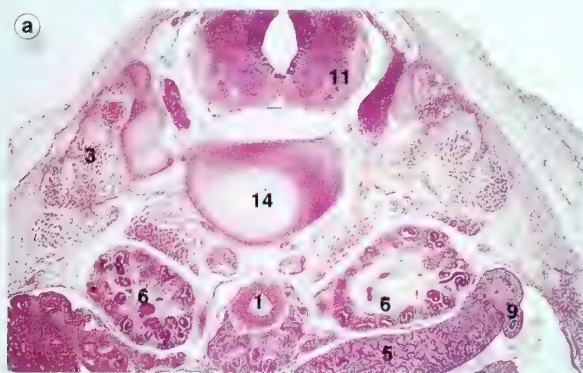


**183c.** Ampliación  
de los túbulos  
mesonéfricos de la  
figura **183b**.

- 1. aortas dorsales
- 2. cresta gonadal
- 3. intestino posterior
- 4. celoma  
intraembionario
- 5. glomérulo  
mesonéfrico
- 6. cresta  
mesonéfrica



**184a-184g.** Secciones transversales del desarrollo del riñón metanéfrico.

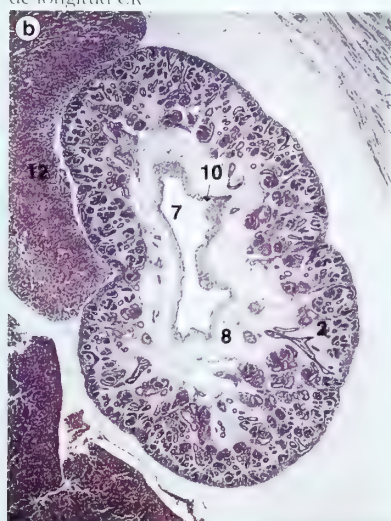


**184a.** Estadios 22-23 (días 54-57), 28 mm de longitud CR



**184c.** Semana 8, 40 mm de longitud CR.

**184c** cortesía de la St T



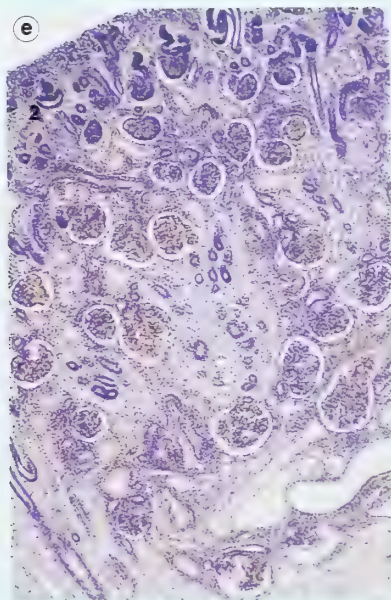
**184b.** Semana 8, 35 mm de longitud CR

**184b** cortesía de G. Bottomley.



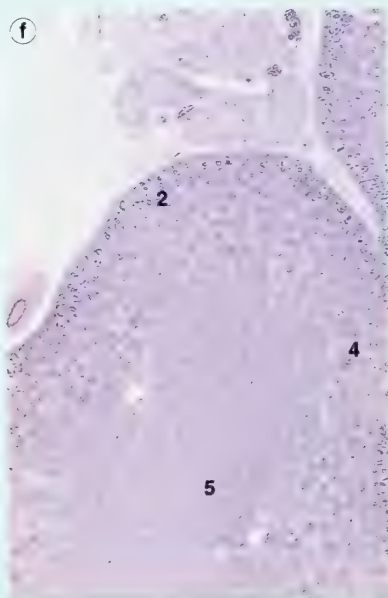
**184d.** Semana 10, 60 mm de longitud CR ♀

- |   |               |                |                          |                      |
|---|---------------|----------------|--------------------------|----------------------|
| 1. aorta                                      | 4. glomérulos | 7. cálix mayor | 10. cálix menor          | 13. uréter           |
| 2. corteza                                    | 5. gónada     | 8. médula      | 11. médula espinal       | 14. cuerpo vertebral |
| 3. músculos erectores de la columna vertebral | 6. riñón      | 9. mesonefros  | 12. glándula suprarrenal |                      |



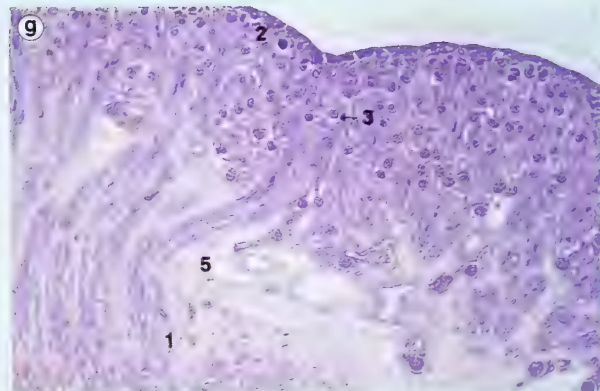
**184e.** Semana 14  
105 mm de longitud CR.

**184e** corteza  
de la QUB



**184f.** Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂.

1. tubulios colectores
2. corteza
3. glomerulos
4. riñon
5. medula



**184g.** Semana 19. 170 mm de longitud CR **184g** corteza de la QUB



1. pared abdominal
2. pared de la vejiga urinaria
3. colon
4. grasa
5. gónada
6. riñon
7. arteria umbilical
8. cordón umbilical
9. uraco
10. uréter

**185.** Semana 18. Posición relativa del uréter, riñón y vejiga urinaria. 152 mm de longitud CR ♂.



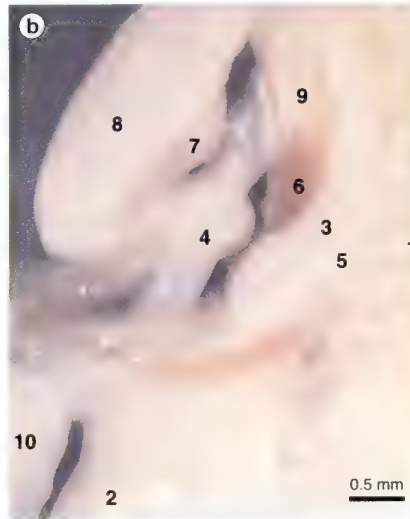
## POSICIÓN RELATIVA DE LOS RIÑONES

En un principio los riñones se forman en la cavidad pelviana durante la 5.<sup>a</sup> semana y emigran cranealmente dentro de la pared posterior del abdomen. Hacia los días 34-36 han alcanzado la altura de L2. La pelvis renal, que en origen se dispone ventralmente, gira hacia una posición medial.

En la 9.<sup>a</sup> semana, los riñones ascienden para encontrarse con las glándulas suprarrenales (adrenales) en la pared posterior del abdomen.

**186a y 186b.** Riñones mesonéfrico y metanéfrico del embrión primitivo. Vistos desde la izquierda

**186a.** Estadios 17-18 (días 41-44). 14 mm de longitud CR



**186b.** Estadio 19 (días 47-48). 20 mm de longitud CR.

1. espalda
2. tubérculo genital
3. gónada
4. intestino
5. riñón mesonefrico
6. riñón metanefrico
7. páncreas
8. estómago
9. glándula suprarrenal (adrenal)
10. cordón umbilical

**187a-187f.** Posiciones relativas del riñón en desarrollo. Vistas frontales.



**187a.** Semana 8. 40 mm de longitud CR ♀.



**187b.** Semana 9. 50 mm de longitud CR ♀



**187c.** Semana 9. 50 mm de longitud CR ♀.

1. vejiga urinaria
2. genitales externos
3. gónada
4. intestino
5. riñón
6. miembro inferior
7. glándula suprarrenal (adrenal)
8. cordón umbilical





187d. Semana 9. 57 mm de longitud CR ♀.



187e. Semana 13. 92 mm de longitud CR ♀.



187f. Semana 15. 123 mm de longitud CR ♀.



187g. Semana 18. Posición final de los riñones (vista dorsal). Costillas desplazadas. 152 mm de longitud CR ♂.

- |              |                         |
|--------------|-------------------------|
| 1. diafragma | 4. pulmón               |
| 2. grasa     | 5. costillas            |
| 3. riñón     | 6. glándula suprarrenal |

## Glándulas suprarrenales (adrenales)

La suprarrenal tiene un doble origen: la médula procede de la cresta neural y la corteza del mesodermo.

La corteza fetal aparece en la 6.<sup>a</sup> semana cuando las células procedentes del epitelio celómico se agrupan en cada lado, entre la gónada en desarrollo y el mesenterio dorsal. Las células de la médula emigran desde los ganglios simpáticos adyacentes (cresta neural) y forman una masa en la cara medial del córtex fetal. Gradualmente, la masa medular, que forma las células cromafines, queda rodeada por la corteza fetal. Una segunda capa de mesodermo de revestimiento forma la corteza adulta.

Entre las 8.<sup>a</sup> y 9.<sup>a</sup> semanas la corteza produce corticoides. La corteza también produce precursores de los andrógenos y del estríol.

La médula produce cantidades insignificantes de epinefrina (adrenalina).

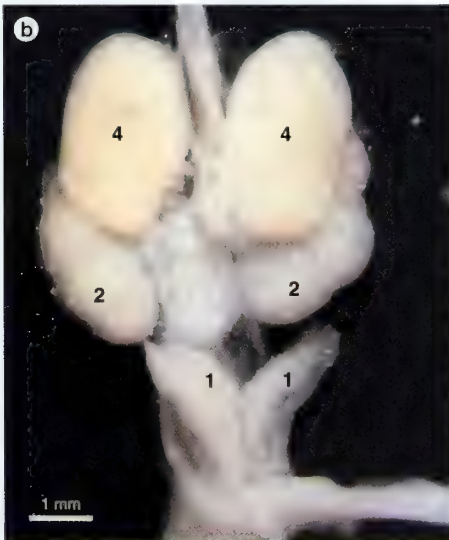
- El tamaño relativo de la glándula neonatal es 20 veces el tamaño de la glándula adulta.
- Las zonas glomerular y fascicular están presentes en la suprarrenal neonatal.
- La corteza fetal desaparece hacia la edad de un año y la suprarrenal reduce rápidamente su tamaño.
- La zona reticular se forma hacia el final del tercer año.

**188a-188g.** Desarrollo de la glándula suprarrenal (adrenal) (v. también «Riñón»).



**188a.** Estadio 19 (días 47-48). Glándula suprarrenal primitiva, vista desde el lado derecho. El hígado ha sido extirpado. 20 mm de longitud CR.

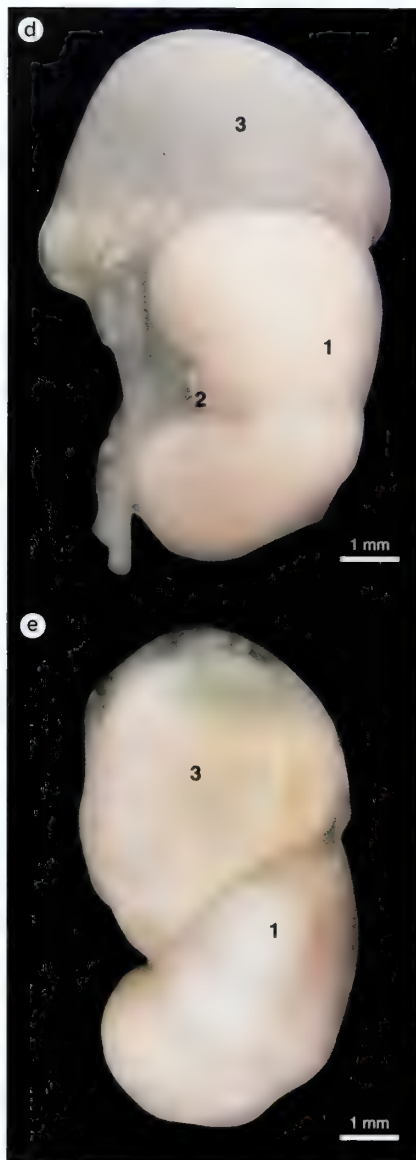
- 1. gónada
- 2. riñón (metanéfrico)
- 3. riñón mesonéfrico
- 4. glándula suprarrenal



**188b.** Semana 8. Vista desde la superficie ventral. 40 mm de longitud CR.

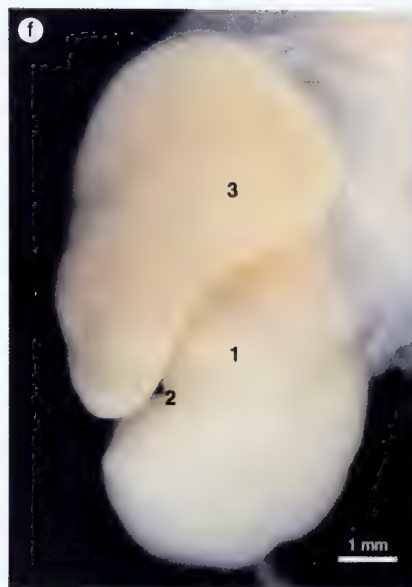


**188c.** Ampliación de la glándula suprarrenal de la figura 188b.



**188d.** Semana 10  
Vista desde la  
superficie ventral  
56 mm de longitud CR

**188e.** Semana 10  
Vista de la superficie  
ventral 60 mm de  
longitud CR ?

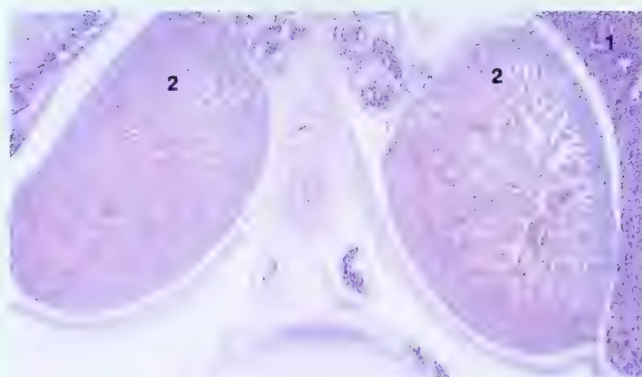


**188f.** Semana 11  
Vista desde la  
superficie ventral  
65 mm  
de longitud CR ?



**188g.** Vista dorsal del  
especimen de la figura  
**188f.**

- 1. riñón
- 2. pelvis renal
- 3. glándula suprarrenal



**189.** Estadio 23 (días 56-57). Una  
sección transversal de la glándula  
suprarrenal. 30 mm de longitud CR.

- 1. hígado
- 2. glándula suprarrenal



## Vejiga urinaria

El tabique uorrectal divide la cloaca en el seno urogenital, por delante, y el recto y el conducto anal, por detrás. La alantoides se continúa con el seno urogenital, donde acaba. Los conductos mesonéfricos también terminan en el seno urogenital. La vejiga urinaria forma la parte craneal del seno urogenital. Mientras que la vejiga se agranda, los conductos mesonéfricos (conducto deferente en el varón) y el uréter se incorporan en la pared dorsal, y por este motivo entran en la vejiga separadamente. Los conductos mesonéfricos contribuyen a la formación de la vejiga, pero su epitelio mesodérmico es rápidamente reemplazado por el epitelio endodérmico del seno urogenital. En la mujer, los extremos caudales de los conductos mesonéfricos degeneran posteriormente. El mesodermo esplácnico circundante forma las otras capas de la vejiga.

Mientras la vejiga crece, la alantoides forma el conducto del uraco, que más tarde se convierte en un cordón fibroso que se extiende desde el vértice de la vejiga hasta el ombligo. Este cordón es el ligamento umbilical medio.

### URETRA FEMENINA

El epitelio es derivado del endodermo del seno urogenital. El mesodermo esplácnico adyacente forma el tejido conectivo y el músculo liso.

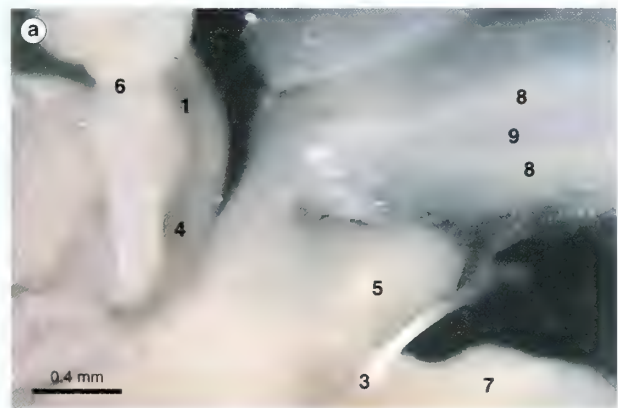
### URETRA MASCULINA

El epitelio deriva del seno urogenital (excepto la parte glandular de la uretra peneana). El tejido conectivo y el músculo liso proceden del mesodermo esplácnico adyacente. El epitelio de la parte craneal de la uretra prostática tiene su origen primitivo en el mesodermo, si bien es reemplazada por epitelio endodérmico.

La uretra peneana glandular se forma por el crecimiento hacia dentro del ectodermo de la punta del pene para formar una hendidura llamada surco uretral.

- La vejiga neonatal no tiene un verdadero fondo.
- En el nacimiento, la vejiga urinaria contiene una pequeña cantidad de orina.
- En el niño pequeño, la vejiga urinaria totalmente distendida es casi enteramente abdominal y puede extenderse hasta el ombligo.
- El hipospadias del varón es la consecuencia de un fallo en la fusión, o fusión incompleta, de los pliegues urogenitales, resultando una uretra peneana incompleta.

190a-190f. La vejiga urinaria.



190a. Estadio 19 (días 47-48). Vista desde la derecha. 20 mm de longitud CR.



190b. Semana 9. El cordón umbilical ha sido traccionado. Vista desde el frente de la superficie ventral. 48 mm de longitud CR.



190c. Semana 10. La superficie caudal de la vejiga, vista desde abajo. Los miembros inferiores han sido amputados 56 mm de longitud CR.

1. alantoides
2. nalgas
3. espina de cactus
4. vejiga primitiva
5. genitales externos
6. intestino
7. miembro inferior
8. arterias umbilicales
9. cordón umbilical



**190d.** Semana 11. Superficie rostral, vista desde el frente. 65 mm de longitud CR ♂.

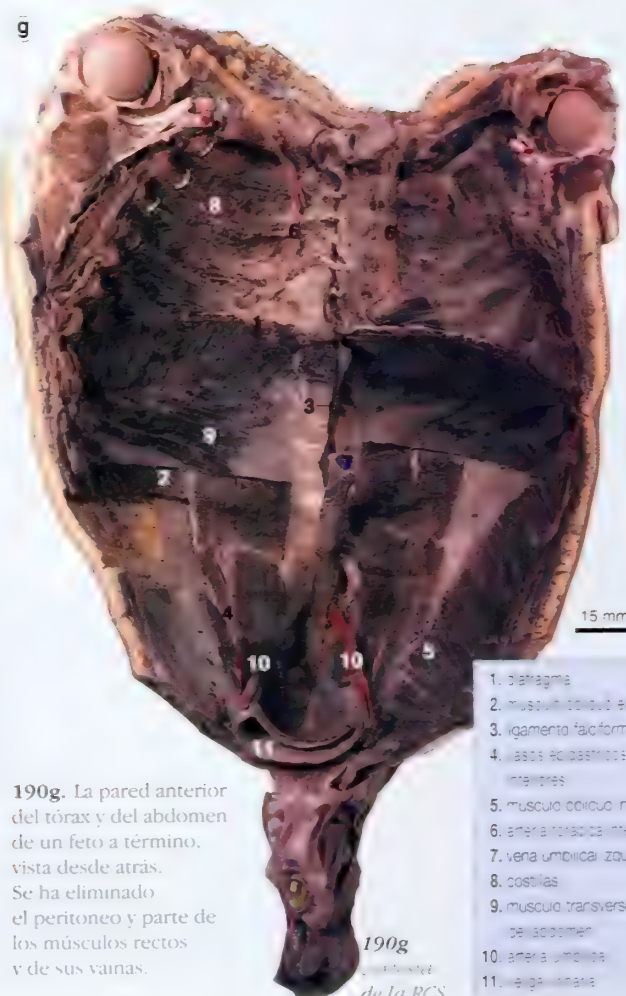


**190e.** Superficie caudal del mismo espécimen de la figura 190d, vista desde abajo.

1. pared anterior del abdomen
2. vejiga urinaria
3. c. tors
4. intestino
5. riñón
6. miembro inferior
7. ovario
8. pene
9. testículo
10. arteria umbilical
11. conducto deferente



**190f.** Semana 13. Superficie caudal, vista desde el frente. 92 mm de longitud CR ♀.



**190g.** La pared anterior del tórax y del abdomen de un feto a término, vista desde atrás. Se ha eliminado el peritoneo y parte de los músculos rectos y de sus vainas.

1. diafragma
2. músculo oblicuo externo
3. ligamento falciforme
4. vasos ecodistales intestinales
5. músculo oblicuo interno
6. arteria torácica interna
7. vena umbilical izquierda
8. costillas
9. músculo transverso del abdomen
10. arteria umbilical
11. vejiga urinaria

190g  
Se eliminó el peritoneo y parte de la RCS.

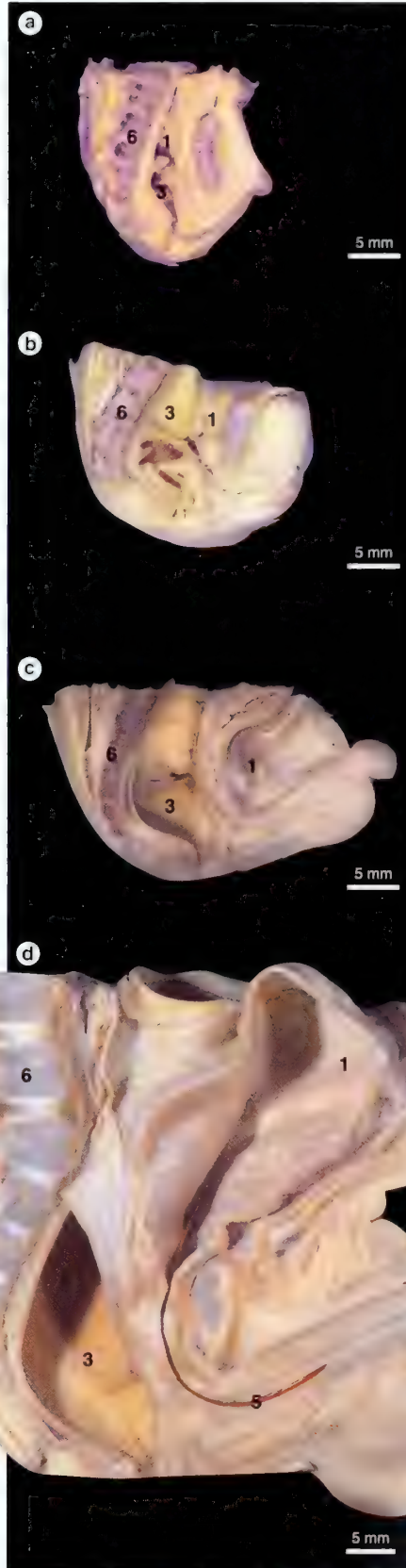




**191.** Semana 9. Sección transversal a través de la vejiga y la uretra. 49 mm de longitud CR.

*191* cortesía de la CCHMS.

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| 1. vejiga urinaria        | 5. recto            |
| 2. fémur                  | 6. médula espinal   |
| 3. eminencia labioscrotal | 7. uretra           |
| 4. falo                   | 8. cuerpo vertebral |



**192a-192c.** Vejiga urinaria en desarrollo. Vistas de secciones sagitales.

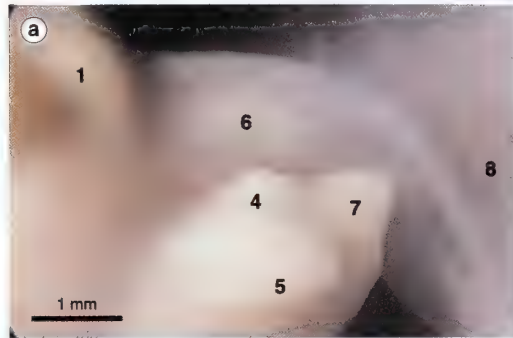
- |                      |
|----------------------|
| 1. vejiga urinaria   |
| 2. pene              |
| 3. recto             |
| 4. escroto           |
| 5. uretra            |
| 6. columna vertebral |

**192d.** Feto a término. Secciones sagitales a través de la vejiga urinaria y de la uretra. Se ha introducido un hilo rojo en el interior de la uretra. Obsérvese la posición fetal de la vejiga.

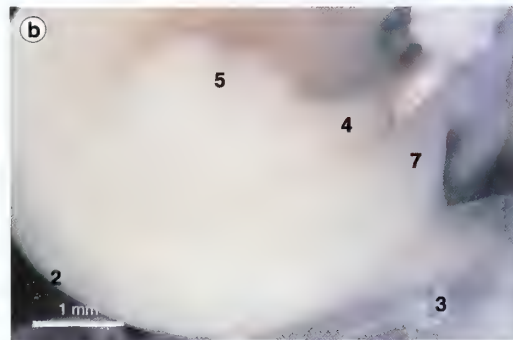
*192d* cortesía de la RTHSM



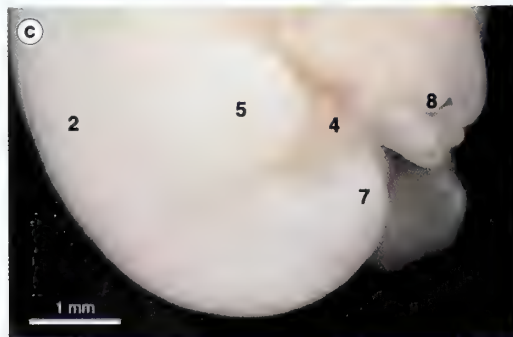
**193a-193e.** Desarrollo del tubérculo genital.  
Visto desde el lado derecho.



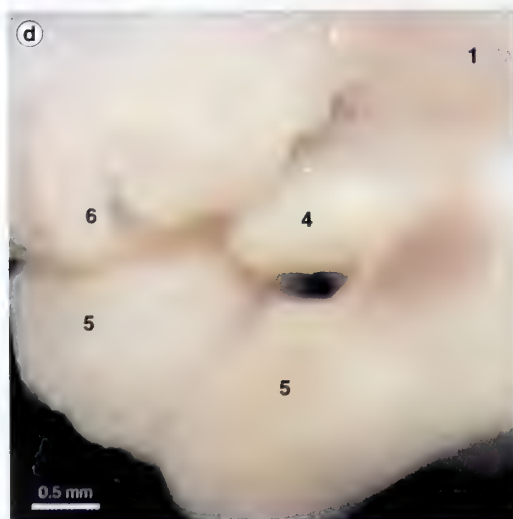
**193a.** Estadios 16-17  
(días 37-41). 12 mm  
de longitud CR.



**193b.** Estadios 16-17  
(días 37-41). 12 mm  
de longitud CR.



**193c.** Estadios 17-18  
(días 41-44). 14 mm  
de longitud CR.



**193d.** Estadio 19  
(días 47-48). 20 mm  
de longitud CR.

- 1. abdomen
- 2. espalda
- 3. membranas primitivas
- 4. tubérculo genital
- 5. esbozo del miembro inferior
- 6. hernia del intestino medio  
en el cordón umbilical
- 7. cola
- 8. cordón umbilical

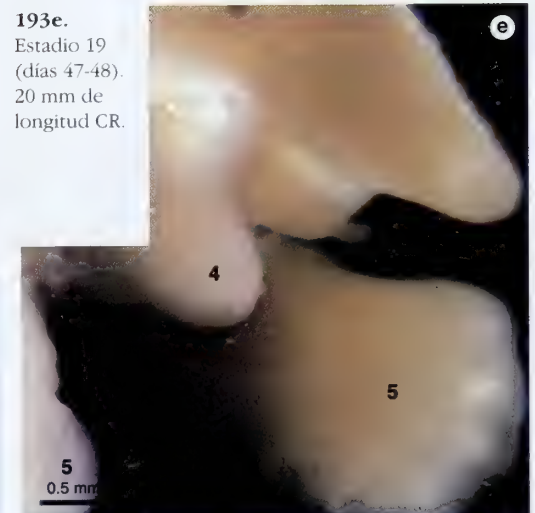
## Genitales externos

### PERÍODO INDIFERENTE

Hasta la 9.<sup>a</sup> semana los genitales externos de ambos sexos tienen una apariencia similar.

Al principio, aparece en la línea media un tubérculo genital por encima de la fosa del proctodeo (semana 4). Este tubérculo formará el pene o el clitoris. En la superficie caudal del tubérculo genital se desarrollan dos eminencias labioscrotales que rodean los pliegues urogenitales que cercan a la membrana cloacal. El tubérculo genital se agranda para formar el falo\* y es tan grande en la mujer como en el varón. Cuando el tubérculo genital se alarga arrastra consigo una proyección del seno urogenital (surco uretral). En la 6.<sup>a</sup> semana el tabique urorectal se fusiona con la membrana cloacal y la divide en una membrana ventral (urogenital) y otra membrana dorsal (anal). Poco después de la 6.<sup>a</sup> semana la membrana urogenital se rompe y se establece la comunicación entre el surco uretral y el orificio urogenital.

\* Durante el periodo indiferente se usa el término «falo».



**193e.**  
Estadio 19  
(días 47-48).  
20 mm de  
longitud CR.

194a y 194b. Semana 9. Formación del falo, visto desde abajo. 48 mm de longitud CR



194a. Pliegues urogenitales no fusionados



194b. Surco uretral en continuidad con el seno urogenital. Vista mediante transluminación

1. ano
2. eminencia labioscrotal
3. falo
4. surco uretral en continuidad con el seno urogenital
5. pliegues urogenitales



194c. Semana 9. Relación entre el ano, genitales y cola. 48 mm de longitud CR

1. ano
2. superficie dorsal
3. eminencia labioscrotal
4. miembro interior
5. falo
6. cola
7. surco uretral continuo con el seno urogenital

**195.** Clitoris de un feto femenino. Vista lateral. Obsérvese el colgajo epitelial. 13 mm de longitud CR.



- 1. clitoris
- 2. colgajo epitelial
- 3. miembro inferior

## MUJER

El tubérculo genital forma el falo, a partir del cual se desarrolla el clitoris (semana 9). Los pliegues urogenitales no se fusionan (excepto en la zona inmediatamente en frente del ano) y forman los labios menores. Las eminencias labioscrotales no se fusionan (excepto cefálicamente para formar la comisura labial anterior y el monte del pubis, y caudalmente para formar la comisura labial posterior) y forman los labios mayores (semanas 9-12). Los labios mayores corresponden al escroto del varón.

Se forma un surco uretral primitivo, pero regresa. La uretra femenina es homóloga con la porción superior de la parte prostática de la uretra masculina (v. «Uretra masculina»).

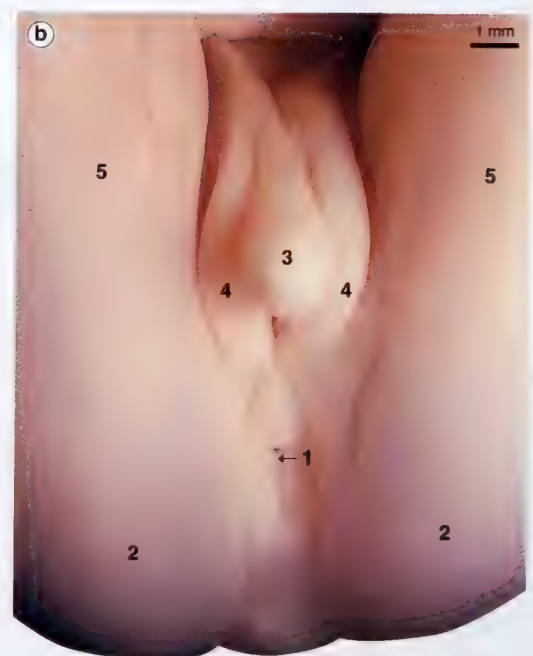
**196a y 196b.** Desarrollo de los genitales externos femeninos, vistos desde abajo.



- 1. uretra
- 2. nalgas
- 3. clitoris
- 4. eminencia labioscrotal (labios mayores)
- 5. miembro inferior
- 6. pliegue urogenital (labios menores)

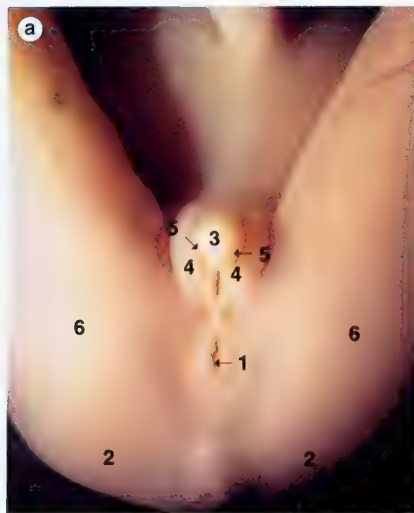
**196a.** Semana 9. 46 mm de longitud CR.

**196b.** Semana 12. 85 mm de longitud CR.

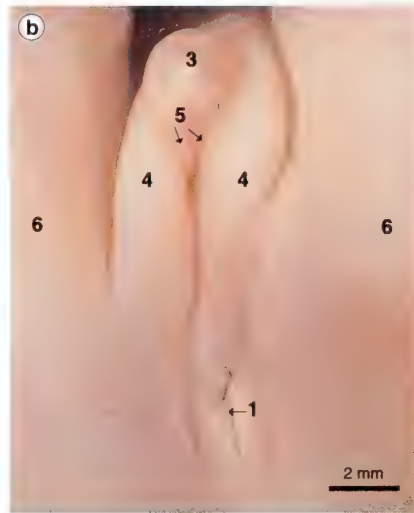




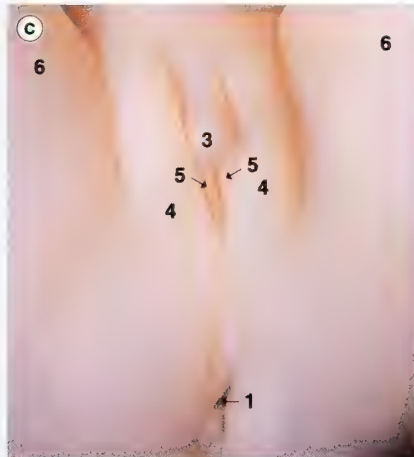
197a-197f. Desarrollo de los genitales externos femeninos, vistos desde abajo



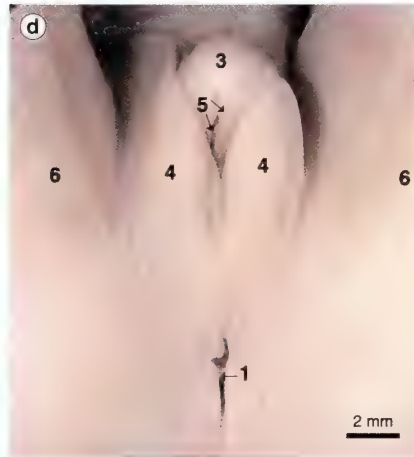
197a. Semana 13 92 mm de longitud CR



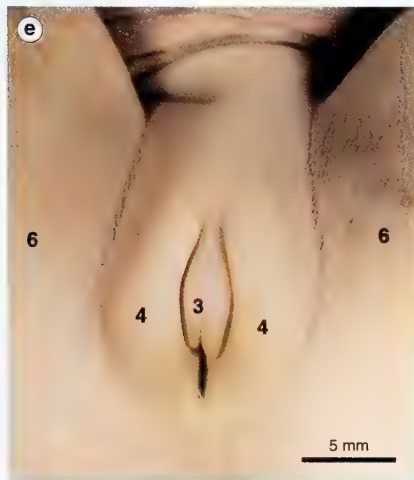
197b. Semana 13 101 mm de longitud CR



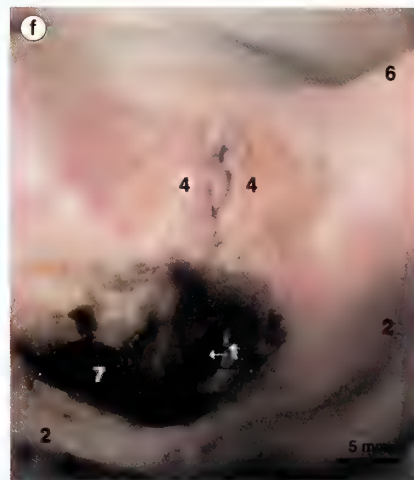
197c. Semana 15 130 mm de longitud CR



197d. Semana 17 150 mm de longitud CR



197e. Semana 20 185 mm de longitud CR



197f. Semana 35

1. ano
2. nalgas
3. clitoris
4. labios mayores
5. labios menores
6. miembro inferior
7. meconio



198. Genitales externos neonatales. El himen es completo. Obsérvese el pequeño tamaño de los labios menores.

1. ano
2. nalgas
3. clitoris
4. labios mayores
5. labios menores

199a-199g. Genitales externos masculinos, vistos desde abajo.



- 1. ano
- 2. eminencia labioscrotal
- 3. miembro inferior
- 4. pene (glande)
- 5. rafe escrotal
- 6. escroto
- 7. surco uretral
- 8. pliegues urogenitales

199a. Semana 9. Los pliegues urogenitales se han empezado a fusionar. 48 mm de longitud CR.



199b. Semana 9. Los pliegues urogenitales se han fusionado, excepto cerca de la punta. 48 mm de longitud CR.

## VARÓN

El tubérculo genital agrandado forma el falo del cual se desarrolla el pene. De la punta del pene es frecuente que cuelgue un colgajo epitelial. A ambos lados del surco uretral están los pliegues urogenitales.

En la 9.<sup>a</sup> semana los pliegues urogenitales se fusionan desde atrás hacia la punta. Esta unión provoca un rafe peneano medio sobre la uretra tubular. La uretra peneana se forma cuando el ectodermo del extremo del glande crece hacia el interior del meato uretral del glande para formar el surco uretral. Éste se continúa con el surco uretral del cuerpo (v. «Uretra masculina»).

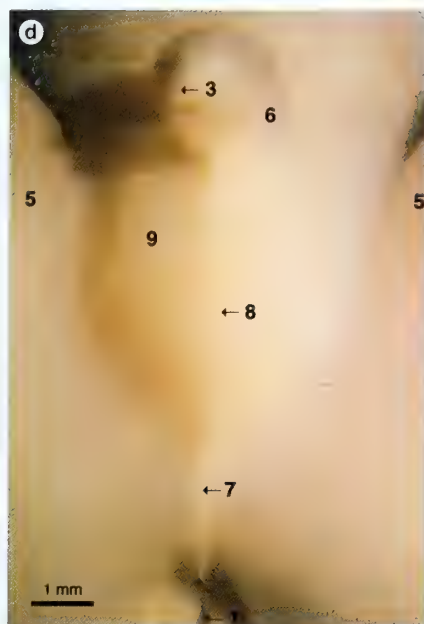
El prepucio se forma en la 12.<sup>a</sup> semana como un pliegue epitelial que crece hacia dentro desde la punta. Más tarde (después del nacimiento), este pliegue se escinde para formar el revestimiento epitelial interno del prepucio y el externo del glande, formándose así entre ellos el espacio prepucial (balanoprepucial).

Las eminencias genitales (labioscrotales) se fusionan en la línea media para formar el rafe escrotal que se continúa con el rafe perineal. Los cuerpos cavernosos y el cuerpo esponjoso del pene se forman a partir del mesoderma del falo.

- El hipospadias es el resultado de una fusión incompleta de los pliegues urogenitales.
- En el neonato el prepucio y el glande puede ser que no estén completamente separados.



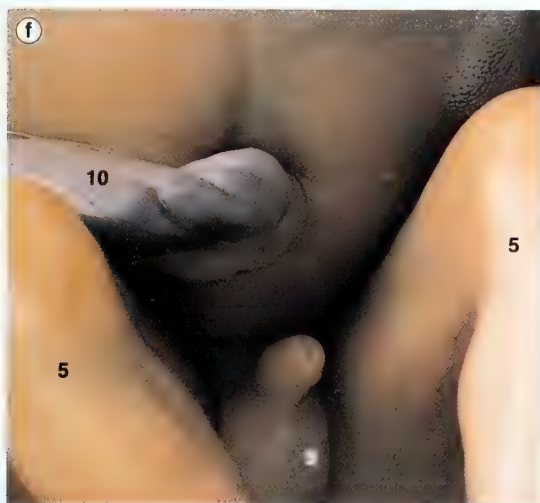
199c. Semana 10. Los pliegues urogenitales están casi completamente fusionados. 56 mm de longitud CR.



**199d.** Semana 12. Los pliegues urogenitales están fusionados. Obsérvese el colgajo epitelial. 85 mm de longitud CR.

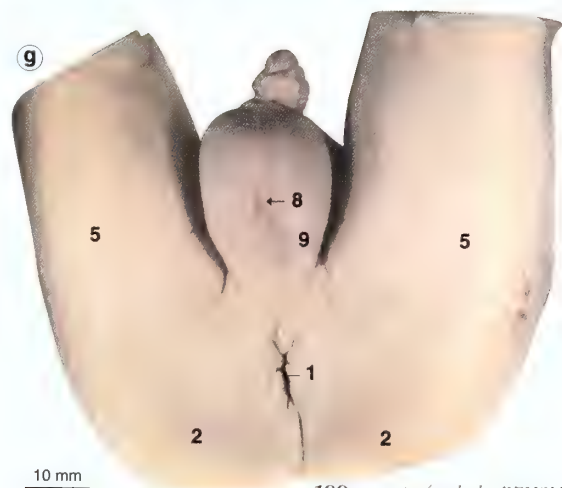
**199e.** Semana 13. La uretra está presente en la punta. 97 mm de longitud CR.

- 1. ano
- 2. nalgas
- 3. colgajo epitelial
- 4. intestinos
- 5. miembro inferior
- 6. pene (cuerpo)
- 7. rafe perineal
- 8. rafe escrotal
- 9. escroto
- 10. cordón umbilical
- 11. uraco y arterias umbilicales
- 12. uretra

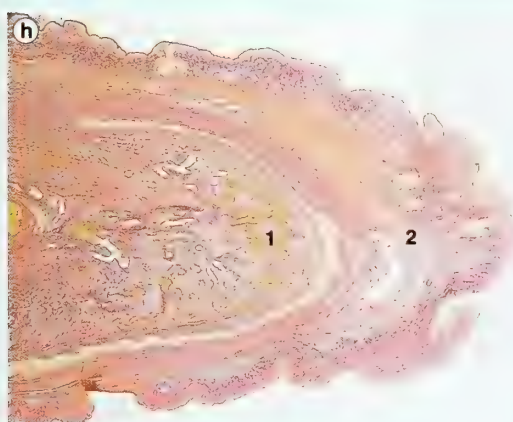


**199f.** Semana 18. Los testículos no están en el escroto. 160 mm de longitud CR.

**199g.** Feto a término. Los testículos están en el escroto.



*199g* cortesía de la RFIISM



**199h.** Sección transversal del glande y del prepucio. 300 mm de longitud CR.

- 1. glande del pene
- 2. prepucio

*199h* cortesía de la colección J.D. Boyd.



## Genitales internos

### PERÍODO INDIFERENTE

Aunque el sexo es determinado en la fecundación, hasta la 7.<sup>a</sup> semana ambos sexos se muestran similares. El período inicial es la etapa «indiferente» del desarrollo.

En un principio, en la 4.<sup>a</sup> semana, las células germinativas primordiales emigran desde el saco vitelino hasta las crestas gonadales, las cuales se han desarrollado por dentro del mesonefros. Los cordones de células epiteliales celómicas (cordones sexuales primarios) crecen en el seno del mesodermo de la cresta gonadal y forman una corteza externa y una médula interna.

Durante la 6.<sup>a</sup> semana las células germinativas se incorporan a la gónada. En la mujer la médula regresa, mientras que en el varón la corteza regresa y la médula forma el testículo.

#### Conductos

En ambos sexos se forman dos pares de conductos: el conducto mesonefrico (conducto de Wolff) (v. «Riñón») y el paramesonefrico (conducto de Müller). Este se forma a partir del epitelio celómico y está situado lateral y por lo general, paralelamente a los conductos mesonefricos. Sus extremos craneales se abren en el interior de la cavidad celómica; los extremos caudales cruzan ventrales a los conductos mesonefricos y se fusionan en la línea media para formar el primordio uterovaginal de la mujer, que posee una forma de «Y» y se proyecta en el interior del seno urogenital. En el varón, el desarrollo del conducto paramesonefrico está inhibido y como residuo del mismo se forma el apéndice testicular. En el lugar donde el primordio penetra en el seno se forma el tubérculo de Müller. Del tubérculo se formarán el himen en las mujeres y el *veru montanum* en los varones. Los conductos mesonefricos desembocan en el seno a ambos lados de este tubérculo.

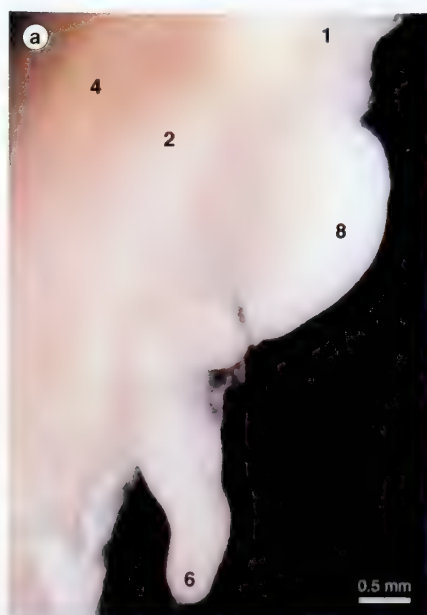


**200.** Estadios 15-16 (días 33-37). Cresta gonadal. Secciones transversales. 8 mm CR.

**200** cortesía de la LISM

- |                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| 1. pared corporal | 4. glomérulos mesonefricos |
| 2. aorta dorsal   | 5. notocorda               |
| 3. cresta gonadal |                            |

**201a-201b.** Estadios 17-18 (días 41-44). Cresta gonadal



**201a.** Vista desde el lado derecho. Se ha estirado el feto. 14 mm de longitud CR.



**201b.** Vista desde el lado izquierdo

- |  |
|--|
| 1. esófago   |
| 2. cresta gonadal  |
| 3. conducto mesonefrico  |
| 4. riñon mesonefrico   |
| 5. tubulos mesonefricos  |
| 6. hernia del intestino medio<br>(el cordon umbilical ha sido eliminado) |
| 7. conducto paramesonefrico  |
| 8. estomago  |

## MUJER

### Ovario

La formación del ovario primitivo es similar a la del testículo (v. más adelante), aunque los cordones sexuales se fragmentan en folículos aislados y tanto la túnica albugínea como la *rete testis*, se desarrollan deficientemente.

### Descenso del ovario

Durante la 12.<sup>a</sup> semana el ovario desciende hasta un punto situado por debajo del estrecho superior de la pelvis. La parte media del *gubernaculum* se une con el cuerpo del útero, y como consecuencia el *gubernaculum* queda dividido en dos partes: la parte superior se convierte en el ligamento ovárico y la parte inferior en el ligamento redondo del útero. Este último pasa a través del conducto inguinal para terminar insertado en el labio mayor. Se forma un proceso vaginal, pero desaparece antes del nacimiento. La secreción de estrógenos por los ovarios fetales es insignificante.

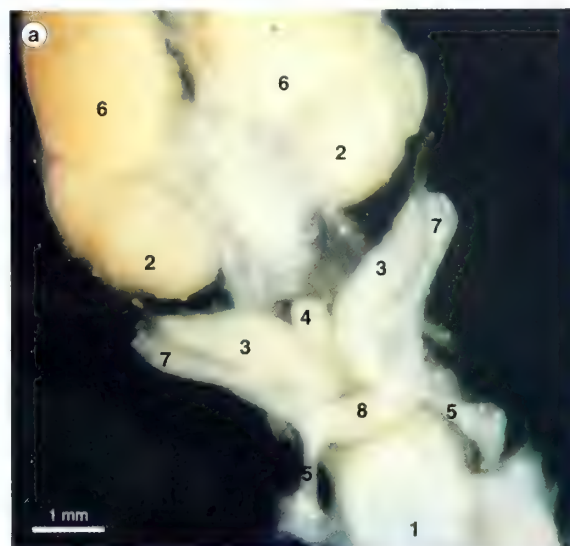
### Útero y vagina

Los conductos paramesonéfricos fusionados forman el primordio uterovaginal. Este forma el epitelio y las glándulas del cuerpo y cuello del útero. Ambas partes uterinas pueden ser distinguidas en la 10.<sup>a</sup> semana. El cuello es más largo que el cuerpo. El miometrio y la estroma endometrial se forman a partir del mesodermo adyacente. Las partes no fusionadas de los conductos paramesonéfricos forman las trompas uterinas (de Falopio), en cuyos extremos abiertos se desarrollan fimbrias. El *gubernaculum* se forma cuando degenera el mesonefros.

La región uterovaginal de los conductos paramesonéfricos fusionados se expande para formar las paredes de la vagina y al canalizarse forman la luz vaginal. La dilatación del extremo cefálico provoca la formación de los fondos de saco vaginales. El extremo caudal se expande e incrementa el área de contacto con el seno urogenital. La placa vaginal se forma a partir de los bulbos sinovaginales y forman el himen el cual se sitúa superficialmente en el nacimiento.

- En las primeras semanas después del nacimiento, no se prolonga la influencia de las hormonas maternas sobre el útero e involuciona.
- Después del nacimiento, los ovarios alcanzan su posición adulta en la cara posterior del ligamento ancho.

**202a y 202b.** Semana 8. Órganos urogenitales del feto femenino expuestos por disección +40 mm de longitud CR



**202a.** Vista ventral.

1. vejiga urinaria
2. riñón
3. ovario
4. recto
5. ligamento redondo del útero
6. glándula suprarrenal (adrenal)
7. trompa uterina
8. primordio uterovaginal

**202b.** Ampliación de los órganos de la figura 202a.



**203a.** Semana 9. Primordio uterovaginal, vista ventral  
48 mm de longitud CR.



**203b.** Semana 9.  
Organos urogenitales  
*in situ*, vista ventral.  
50 mm de longitud CR.

1. abdomen
2. vejiga urinaria
3. genitales externos
4. riñón
5. miembro inferior
6. ovario
7. recto
8. ligamento redondo del útero
9. glándula suprarrenal
10. ligamento suspensorio
11. cordón umbilical
12. trompa uterina
13. primordio uterovaginal

**204a y 204b.** Semana 15. Trayecto del ligamento redondo del útero.  
visto desde la superficie ventral.



**204a.** 123 mm de longitud CR.

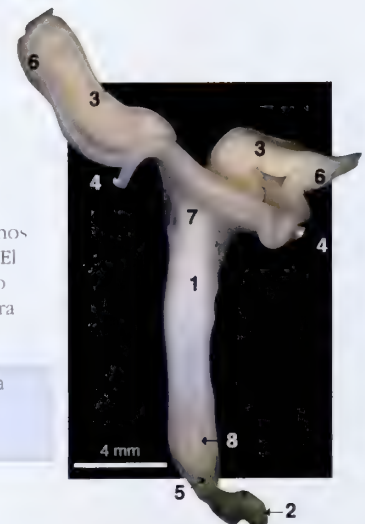


**204b.** El mismo feto  
que en la figura 204a.

1. vejiga urinaria
2. clitoris
3. proceso vaginal
4. labios mayores
5. miembro inferior
6. ovario
7. recto
8. ligamento redondo del útero
9. primordio uterovaginal

**205.** Semana 13. Genitales internos  
femeninos disecados en bloque. El  
útero inferior y la vagina han sido  
abiertos para mostrar la estructura  
interna. 101 mm de longitud CR.

- |                     |  |                   |
|---------------------|--|-------------------|
| 1. cuerpo del útero | 4. ligamento redondo del útero   | 6. trompa uterina |
| 2. clitoris         | 5. tapón epitelial sólido donde la<br>vagina se une con el seno urogenital | 7. útero          |
| 3. ovario           |  | 8. vagina         |





## VARÓN

### Testículo

En el varón, los cordones sexuales primarios se extienden al interior de la médula, donde se ramifican, se canalizan y sus extremos se anastomosan para formar la *rete testis*. Los cordones sexuales (cordones seminíferos o testiculares) pierden su conexión con el epitelio germinal cuando se forma la capa de tejido conectivo (túnica albugínea). Mientras que el mesonefros caudalmente regresa, el testículo se separa y queda suspendido por su propio mesenterio, el mesorquio.

Los cordones seminíferos forman los túbulos seminíferos, la *rete testis* y los túbulos rectos. Las paredes de los túbulos seminíferos están compuestas por dos tipos de células: células de Sertoli de sostén, derivadas del epitelio germi-

nativo, y espermatogonias, derivadas a partir de las células germinativas. Los túbulos seminíferos acaban separados por células de Leydig (mesodermo).

El extremo cefálico del conducto mesonefrico forma el apéndice del epidídimo. El conducto mesonefrico también forma el conducto del epidídimo, el conducto (vaso) deferente y el conducto eyaculador. En el lugar donde penetra en el seno urogenital, se forma la ampolla del conducto deferente, y de un divertículo de la ampolla se forman las vesículas seminales. Los túbulos caudales del mesonefros forman el paradidimo.

Los conductos paramesonefricos desaparecen, excepto el extremo craneal, que forma los apéndices testiculares, y el extremo caudal que forma el utrículo prostático.

**206a-206b.** Desarrollo de los testículos, vistos desde la superficie ventral



**206a.** Semana 13. 97 mm de longitud CR

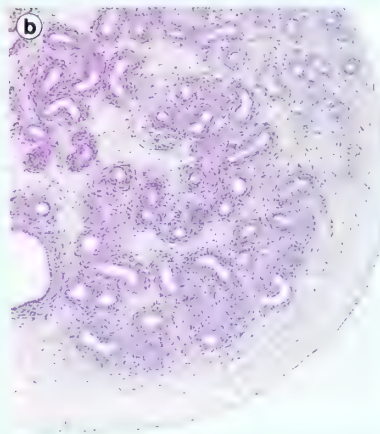
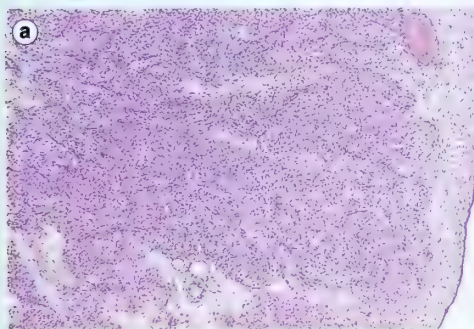


**206b.** Semana 13. La vejiga urinaria y el uraco han sido desplazados hacia abajo 97 mm de longitud CR

1. pared anterior del abdomen
2. vejiga urinaria
3. nalgas
4. miembro inferior
5. recto
6. escroto
7. testículo
8. arterias umbilicales
9. cordón umbilical

**207a y 207b.** Secciones de parafina transversal de los testículos desarrollados de la glándula prostática.

**207a.** Semana 24. Testículo.



**207b.** Semana 24. Glándula prostática.

**207a y 207b** cortesía de la QUB

### Descenso del testículo

Cuando el mesonefros degenera el *gubernaculum*, formado en la parte inferior del testículo, pasa oblicuamente a través de la pared abdominal y se une con la eminencia escrotal. El proceso vaginal (conducto peritoneovaginal) es un saco de peritoneo que se forma delante del *gubernaculum* y arrastra las capas de la pared del abdomen delante de él. Estas capas forman las paredes del conducto inguinal y las cubiertas del cordón espermático y de los testículos.

Hacia la 28.<sup>a</sup> semana el testículo, situado en principio en la pared dorsal del abdomen, se ha desplazado hacia el anillo inguinal profundo. El cuerpo fetal se alarga mientras que el *gubernaculum* crece proporcionalmente menos, por lo cual los testículos descienden dentro del escroto (semana 32).

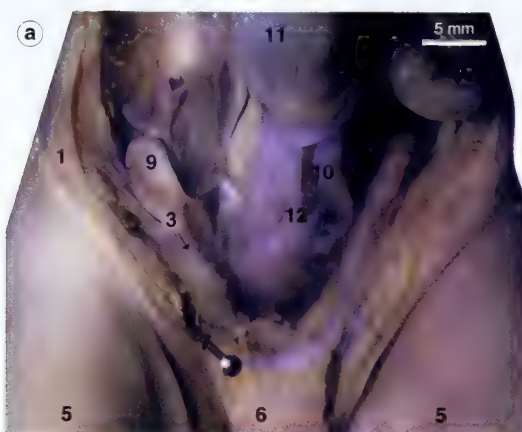
### Glándula prostática

La próstata tiene un doble origen: el epitelio glandular se forma a partir de numerosas excrescencias del endodermo uretral prostático, y la estroma y el músculo liso se originan en el mesodermo circundante.

### Glándula bulbouretral

Estas glándulas tienen un origen dual: una parte es una excrescencia endodérmica de la uretra esponjosa, y la otra parte es estroma y músculo liso procedentes del mesodermo circundante.

- Algunas veces los testículos no han descendido en el momento del nacimiento, pero lo hacen dentro del escroto durante los tres primeros meses posteriores.



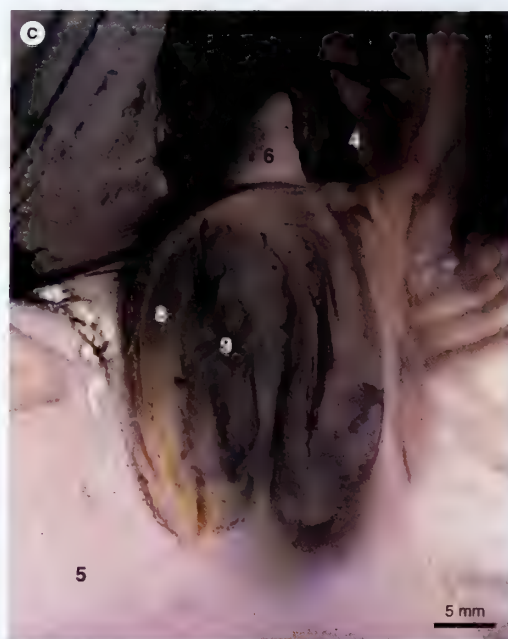
**208a-208c.** Descenso de los testículos al interior del escroto

**208a.** Semana 18. Testículo en la cavidad abdominal, visto desde la superficie ventral. 152 mm de longitud CR.

1. pared anterior del abdomen
2. grasa
3. conducto inguinal
4. intestino
5. miembro inferior
6. pene
7. alfiler
8. escroto
9. testículo
10. arteria umbilical
11. cordón umbilical
12. uraco



**208b.** Semana 24\*. Testículo en el conducto inguinal, visto desde la superficie ventral. 228 mm de longitud CR.

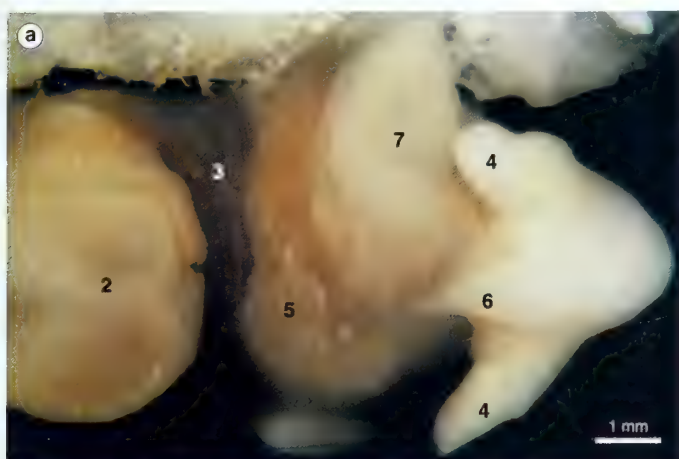


**208c.** Semana 23\*. Testículo en el escroto, visto desde abajo. 220 mm de longitud CR.

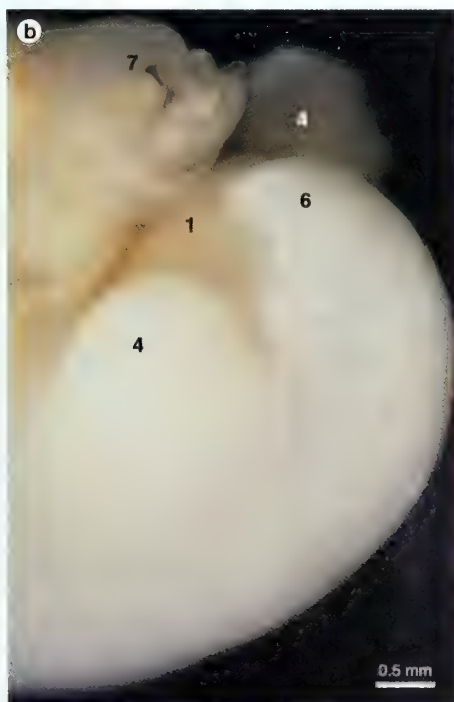
**208b y 208c** están en orden cronológico inverso debido a que el feto de la figura **208b** es más inmaduro que el feto de la figura **208c**.

# Formación de la cola

**209a-209g.** Regresión y desaparición de la cola.

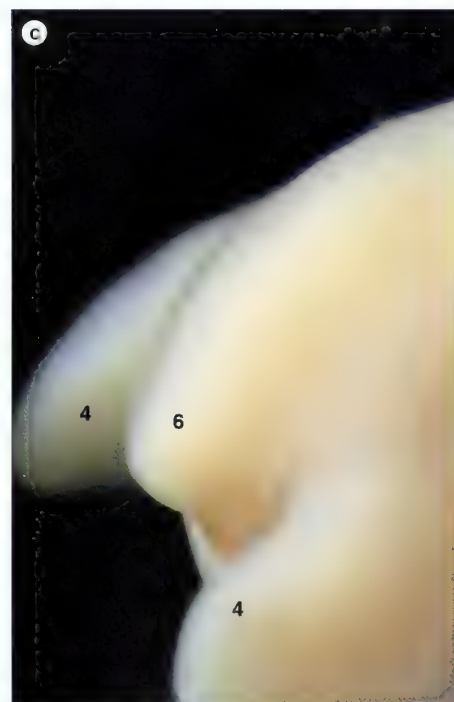


**209a.** Estadio 17 (día 41). Vista desde la superficie ventral. 12 mm de longitud CR.



**209b.** Estadios 17-18 (días 41-44). Vista desde el lado derecho. 14 mm de longitud CR.

**209c.** Estadio 19 (días 47-48). Vista desde la espalda. 18 mm de longitud CR.

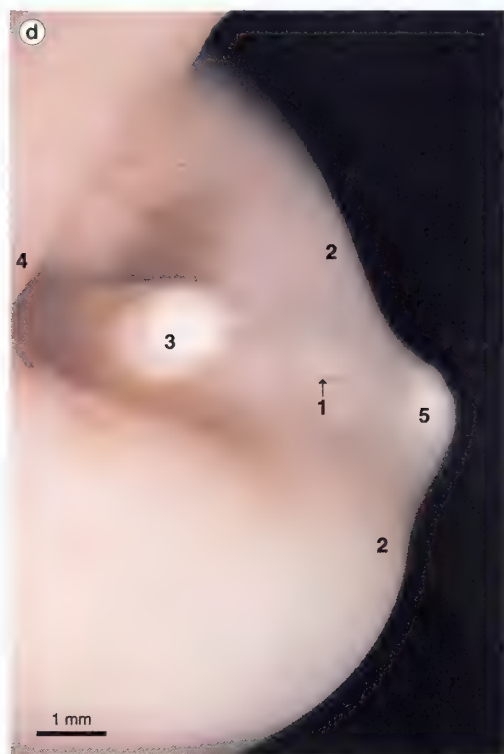


- 1. genital
- 2. cabeza
- 3. corazón
- 4. esbozo de m
- 5. notocordio
- 6. cola
- 7. cordón umbilical

La cola se desarrolla a partir del pliegue posterior del cuerpo o pliegue de la cola. Durante la 5.<sup>a</sup> semana alcanza normalmente su máximo crecimiento y representa una décima parte de la longitud embrionaria. Más tarde desaparece durante las semanas 3-4 como consecuencia de sufrir regresión, y muerte celular y también por el rápido aumento de tamaño de la región de las nalgas. Finalmente, de la cola se desarrolla la región coccigea.

\* Es muy infrecuente la presencia de una cola en el nacimiento.





**209d.** Semana 10. Vista desde el lado derecho. 57 mm de longitud CR ♂.



**209e.** Semana 10. Vista desde abajo. 60 mm de longitud CR ♀.

- 1. ano
- 2. nalgas
- 3. genitales
- 4. m. i.
- 5. cola



**209f.** Semana 12. Vista desde abajo. 85 mm de longitud CR ♀.



**209g.** Semana 13. Vista desde abajo. 97 mm de longitud CR ♂.

# Miembros

Los miembros superiores e inferiores se desarrollan a partir de brotes de mesodermo cubiertos por una capa de ectodermo. En primer lugar aparece el miembro superior, hacia el final de la 4.<sup>a</sup> semana, y 2 días más tarde empieza a formarse el miembro inferior. Este gradiente de maduración craneocaudal se mantiene durante todo el desarrollo.

## DESARROLLO Y ROTACIÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR

El esbozo del miembro superior sobresale del cuerpo con un ángulo de 90°. El borde craneal se denomina borde preaxial y el caudal borde postaxial. El desarrollo y crecimiento del miembro se realiza bajo la influencia de una cresta ectodérmica apical. Mientras se forman las regiones del brazo, antebrazo y mano (semana 5), esta última se orienta hacia el tronco. Entre las semanas 7-9 el codo se desplaza 90° dorsalmente.

## DESARROLLO DE LA MANO Y DEL PIE

En la 6.<sup>a</sup> semana en la parte distal del esbozo del miembro superior se desarrolla la placa (paleta) de la mano (placa primitiva de la mano), que está formada por rayos digitales separados por surcos. En la 7.<sup>a</sup> semana el esbozo del miembro inferior presenta la placa del pie (placa primitiva del pie) con rayos digitales. El tejido de los surcos pronto se rompe y se forman los dedos de la mano y del pie (semana 8).

## UÑAS

Durante la 10.<sup>a</sup> semana aparecen las uñas de los dedos de la mano, y 4 semanas después las uñas de los pies. El ectodermo que cubre el dorso de la punta de cada dedo se engruesa para formar el lecho ungueal. Mientras el lecho ungueal crece se desplaza sobre la superficie dorsal, pero debido a su lento ritmo de crecimiento queda deprimido respecto a la epidermis circundante, que forma pliegues ungueales que recubren las partes proximal y laterales del lecho ungueal. La parte proximal del lecho se convierte en la zona germinativa, mientras que las células que crecen sobre el lecho ungueal se queratinizan y forman la placa de la uña.

Al principio la uña en desarrollo está cubierta de una fina capa de epidermis, el eponiquio. Más tarde ésta degenera, excepto la parte que forma la cutícula.

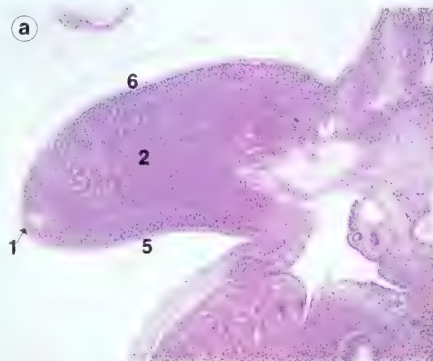
Las uñas alcanzan las puntas de los dedos de la mano hacia la 32.<sup>a</sup> semana y los extremos de los dedos del pie hacia la 36.<sup>a</sup> semana.

## INERVACIÓN

Los nervios espinales del plexo braquial proceden de la intumescencia cervical de la médula espinal. El plexo se divide en ramos anteriores y posteriores que inervan los compartimientos flexor y extensor, respectivamente.

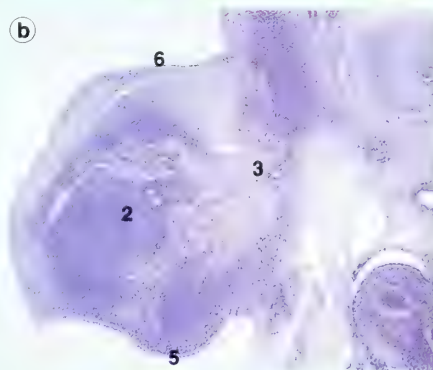
- \* Es un indicio de prematuridad que en el nacimiento las uñas no alcancen las puntas de los dedos de la mano o del pie
- † Es frecuente que los niños recién nacidos tengan arañazos en la cara provocados por las uñas de los dedos de la mano. Es necesario cortar las uñas en el nacimiento para evitar lesiones en la piel y en los ojos.

## 210a-210k. Desarrollo y rotación del miembro superior.



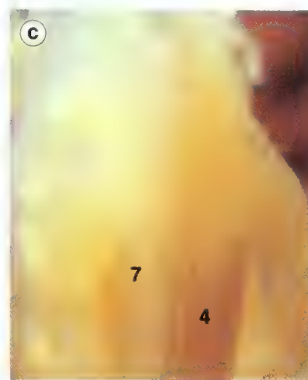
**210a.** Estadios 14-15 (días 32-33). Sección coronal del esbozo primitivo del miembro superior. 7 mm de longitud CR.

*210a cortesía de la LHSM.*

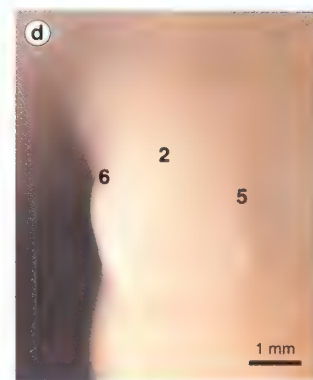


**210b.** Estadios 15-16 (días 33-37). Esbozo del miembro superior seccionado en un plano coronal. 10 mm de longitud CR.

1. cresta ectodérmica apical
2. esbozo del miembro superior
3. nervios espinales cervicales y torácicos
4. superficie dorsal
5. borde postaxial
6. borde preaxial
7. somitas



**210c.** Estadios 13-14 (días 28-32). Esbozo del miembro superior, visto desde atrás.



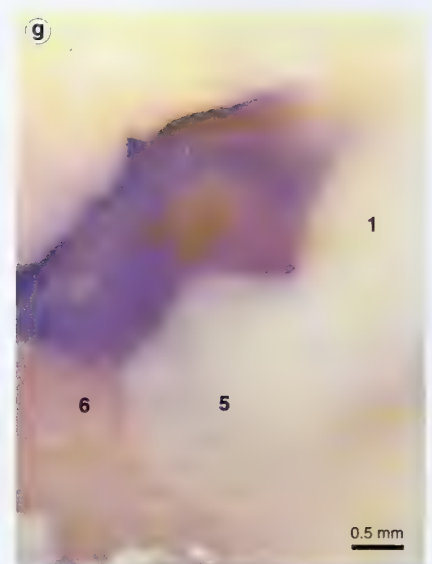
**210d.** Estadios 16-18 (días 37-44). Esbozo del miembro superior. 1 mm de longitud CR.



**210e.** Estadios 16-18 (días 37-44). El esbozo del miembro superior ha girado medialmente. 14 mm de longitud CR.



**210f.** Estadios 16-17 (días 37-41). La placa de la mano está presente. 14 mm de longitud CR.



**210g.** Estadio 17 (día 41). La placa de la mano está presente. Obsérvese el aspecto del futuro pulgar. El espécimen más joven es más maduro que el embrión de la figura **210e** y **210f**. 12 mm de longitud CR.

- |                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. esbozo del miembro superior | 6. hígado          |
| 2. codo                        | 7. borde postaxial |
| 3. ojo                         | 8. borde preaxial  |
| 4. dedos                       | 9. tórax           |
| 5. placa de la mano            |                    |



**210h.** Estadio 22 (día 54). El miembro superior se ha doblado por el codo que sobresale caudalmente. Los miembros superiores se mueven *in utero* a partir de las semanas 7-8. 27 mm de longitud CR.



**210i.** Estadio 22 (día 54). Las manos se juntan y cruzan en la línea media sobre el tórax. 27 mm de longitud CR.





210j. Semana 13. 97 mm de longitud CR ♂



210k. Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂

1. cabeza
2. cara
3. dedos
4. borde distal
5. borde proximal
6. tórax
7. cordón umbilical

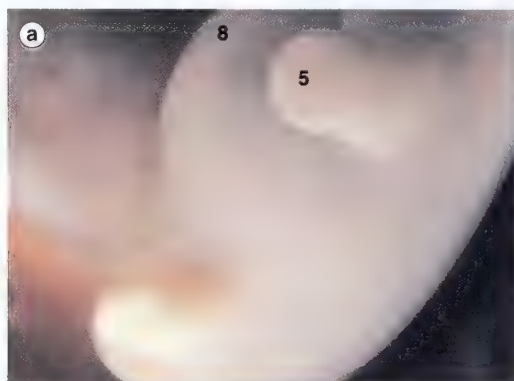


211. Semana 20. Ecografía de los miembros

1. miembro superior
2. espalda
3. cabeza
4. miembro inferior

211 cortesía de P. Barnes

## 212a-212j. Desarrollo de las manos y de los dedos.



**212a.** Estadios 16-17 (días 37-41). Placa de la mano, vista desde el lado izquierdo 12 mm de longitud CR.



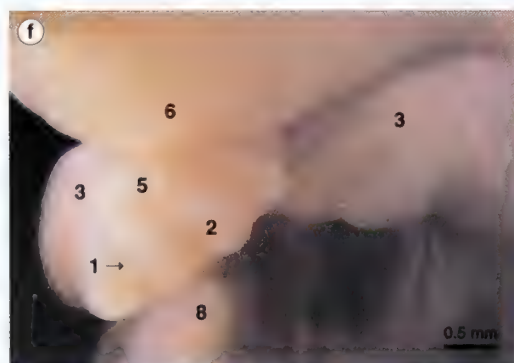
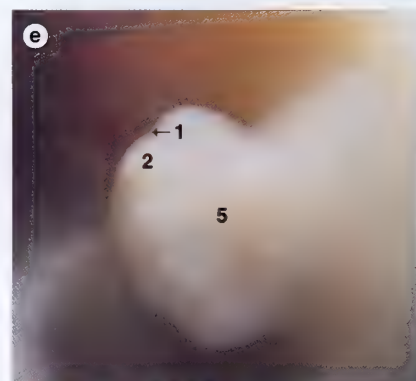
**212b.** Estadio 17 (día 41). 12 mm de longitud CR.

**212c.** Estadio 18 (día 44). 16 mm de longitud CR.



**212d.** Estadio 18 (día 44). 16 mm de longitud CR.

**212e.** Estadio 19 (días 47-48). 18 mm de longitud CR.

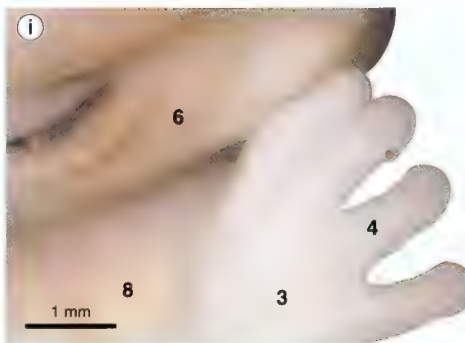


**212f.** Estadio 19 (días 47-48). Están presentes los rayos y surcos digitales. Vista desde la izquierda. 20 mm de longitud CR.

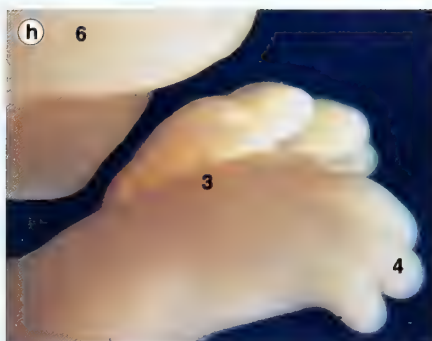
1. surco digital
2. rayo digital
3. dorso de la mano
4. dedo
5. placa de la mano
6. cabeza
7. lecho ungueal
8. tórax



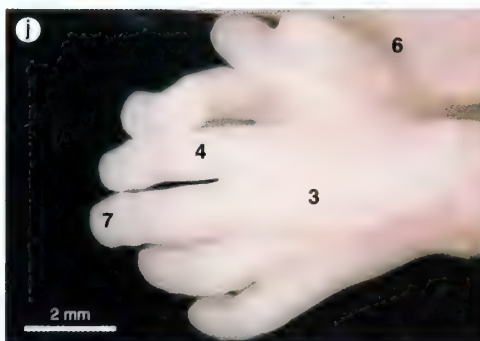
**212g.** Estadio 19 (días 47-48). Ha empezado la separación de los dedos 19 mm de longitud CR.



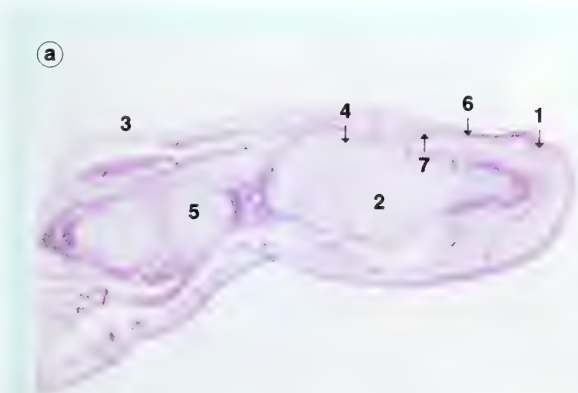
**212i.** Estadio 22 (día 54). Las puntas de los dedos son prominentes por la aparición de las papilas táctiles. 27 mm de longitud CR.



**212h.** Estadio 22 (día 54). Vista desde la derecha. Los dedos están separados. 26 mm de longitud CR.



**212j.** Semana 10. Las manos están aducidas. Los lechos ungueales se están formando. 60 mm de longitud CR.



**213a.** Estadio 23 (días 56-57). Corte longitudinal del dedo índice. 29 mm de longitud CR.

1. surco límite del epitelio
2. falange distal
3. dorso del dedo
4. cavidad articular
5. falange media
6. lecho ungueal
7. pliegue ungueal



**213b-213f.** Desarrollo de las uñas

**213b.** Semana 9. 45 mm de longitud CR



**213c.** Semana 10. 60 mm de longitud CR ♀.

1. dorso de la mano
2. lecho ungueal
3. palma
4. pulgar



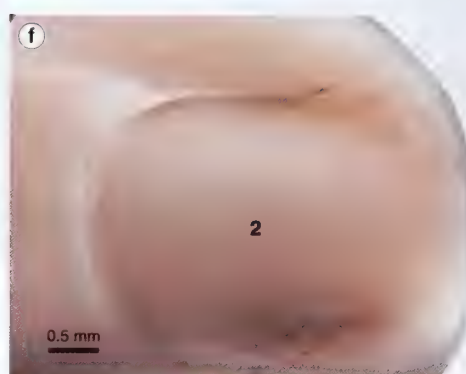


213d. Semana 13. 97 mm de longitud CR ♀

- 1. dorso
- 2. una
- 3. echo ungueal
- 4. pulgar

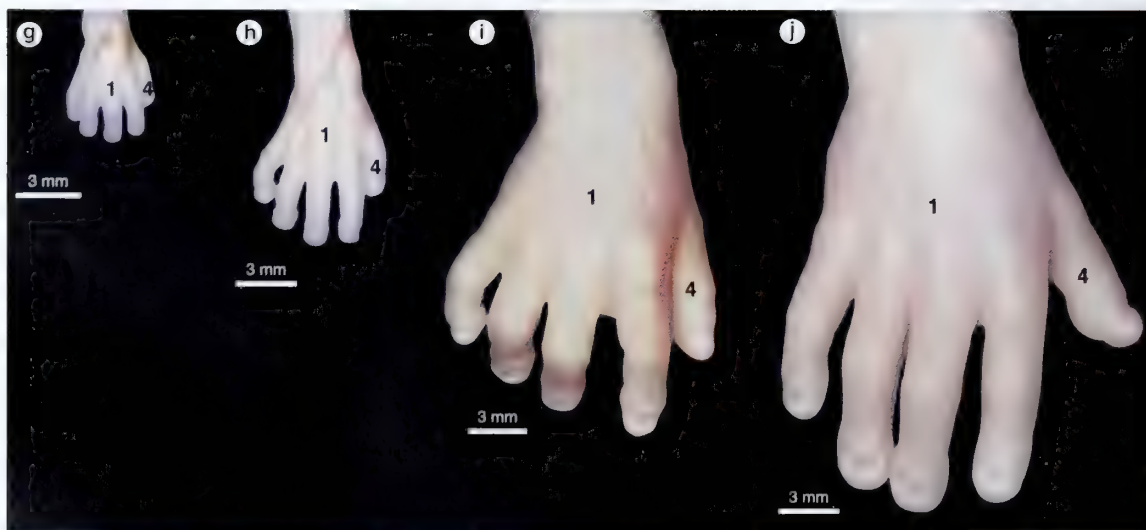


213e. Semana 15. 130 mm de longitud CR ♀.



213f. Semana 23. Dedo índice.  
220 mm de longitud CR ♂.

213g-213j. Dedos de la mano y uñas en desarrollo.



213g. Semana 8.  
34 mm de longitud CR.

213h. Semana 9.  
50 mm de longitud CR ♀.

213i. Semana 13.  
92 mm de longitud CR ♀.

213j. Semana 15.  
123 mm de longitud CR ♀



**214a-214l.**  
Desarrollo y  
rotación del  
miembro inferior

**214a.**  
Estadios 16-17  
(días 37-41).  
12 mm  
de longitud CR.

1. esbozo del m. s.
2. tubérculo genital
3. cabeza
4. esbozo del m. i.
5. hernia del i. m.
6. borde postaxial
7. borde preaxial
8. cola
9. cordón umbilical

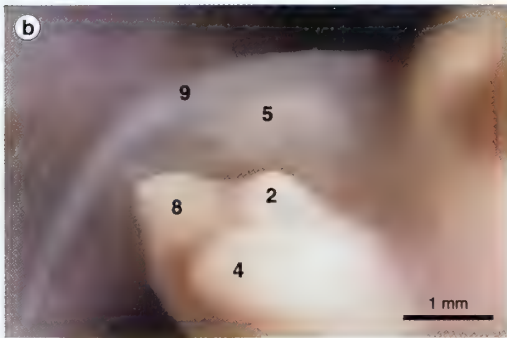
## DESARROLLO Y ROTACION DEL MIEMBRO INFERIOR

El miembro inferior sobresale del cuerpo con un ángulo de 90° (semana 4). Su cara superior se denomina borde preaxial y la cara inferior borde postaxial. Mientras el muslo, la pierna y el pie se desarrollan, este último se orienta hacia el tronco. Más tarde la rodilla rota 90° ventralmente.

La rotación de la rodilla acontece entre las semanas 7-9.

Hacia las semanas 10-17 los pliegues de la epidermis se forman en la superficie plantar del pie y de los dedos.

- El miembro inferior del neonato tiende a permanecer en la posición fetal: el miembro está flexionado y abducido en la articulación de la cadera, la rodilla flexionada y el pie invertido en varo.
- Un grueso y fibroso cuerpo adiposo plantar disimula los arcos transversos y longitudinales de la planta neonatal.
- No es infrecuente la luxación congénita de la cadera.
- Únicamente durante el segundo año de desarrollo posnatal se igualan la longitud de los miembros superiores e inferiores. Ulteriormente predomina la longitud de los miembros inferiores.
- La reducción (meromelia) o la ausencia de los miembros (amelia) ocurre muy raramente de forma espontánea. La talidomida puede inducir estas malformaciones.

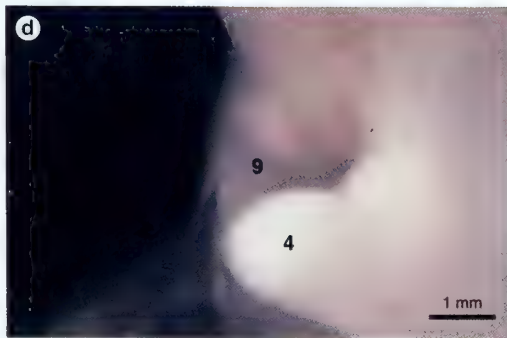


**214b.** Ampliación  
de la figura **214a**.



**214c.** Estadios 16-18  
(días 37-44).  
14 mm de longitud CR.

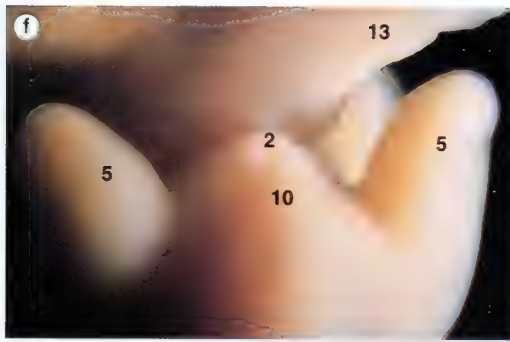
**214c y 214d** cortesía  
del Dr. E.C. Blenkinsopp



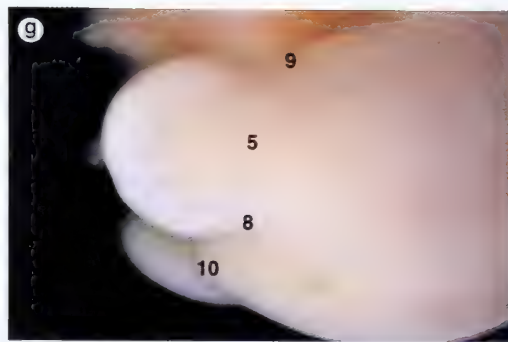
**214d.** Ampliación  
de la figura **214c**.

**214e.** Estadios 16-18  
(días 37-44).  
14 mm de longitud CR.

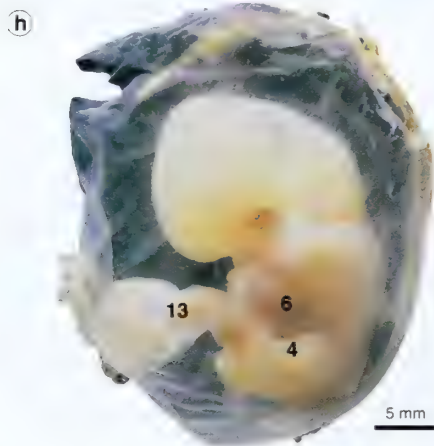




214f. Estadio 18 (día 44). 16 mm de longitud CR.

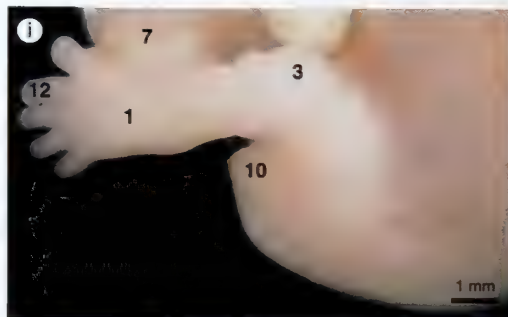


214g. Estadio 19 (días 47-48). 18 mm de longitud CR.

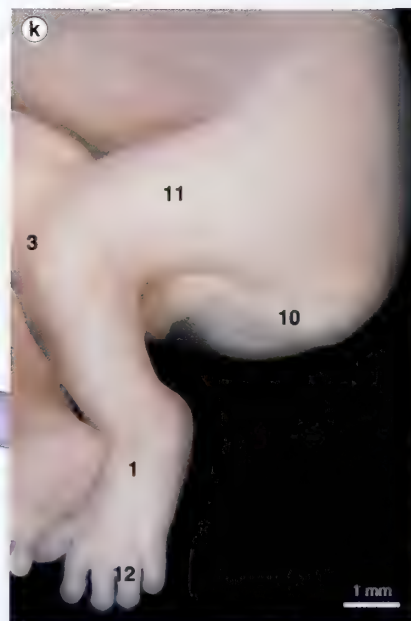
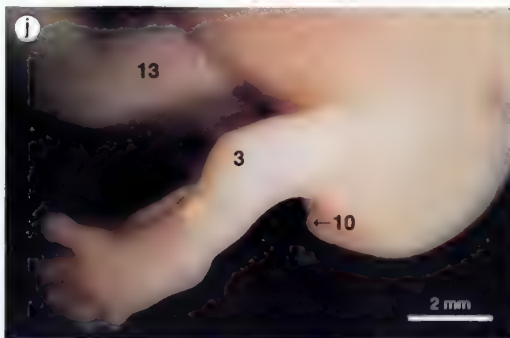


214h. Estadio 19 (días 47-48). Las rodillas están formadas. 17-20 mm de longitud CR

214i. Estadio 22 (día 54). Las plantas de los pies están encorvadas. 25 mm de longitud CR



214j. Estadio 22 (día 54). La rodilla sobresale cranealmente. 27 mm de longitud CR.



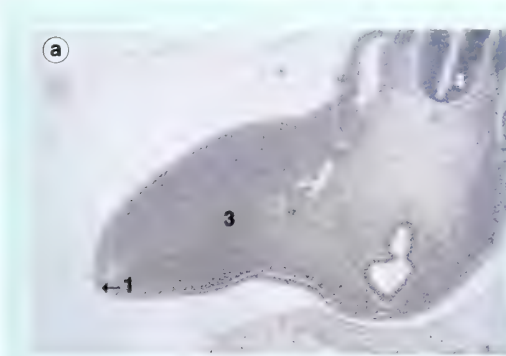
214k. Estadio 22 (día 54). 27 mm de longitud CR

214l. Semana 13. 27 mm de longitud CR.

1. c.e
2. tubérculo genital
3. rodilla
4. miembro inferior
5. esbozo del m. i.
6. hígado
7. hernia del i. m.
8. borde postaxial
9. borde preaxial
10. cola
11. muslo
12. dedos
13. cordón umbilical



## 215a-215d. Desarrollo primitivo de la pierna y del pie.



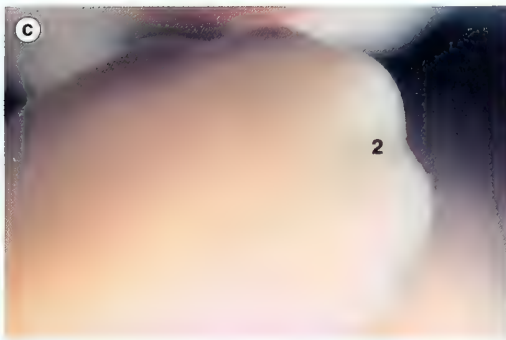
**215a.** Estadios 14-15 (días 32-33). Sección transversal del esbozo del miembro inferior. 7 mm de longitud CR.

**215a** cortesía de la LHSM.

1. cresta ectodérmica apical
2. muerte celular
3. esbozo del miembro inferior
4. médula espinal
5. cola
6. dedo



**215b.** Estadios 16-17 (días 37-41). Obsérvese la cresta ectodérmica del esbozo del miembro inferior. 12 mm de longitud CR.



**215c.** Estadio 19 (días 47-48). Muerte celular entre los dedos en desarrollo.

**215d.** Estadio 21 (día 52). Los dedos son ahora visibles, vistos desde la superficie plantar.

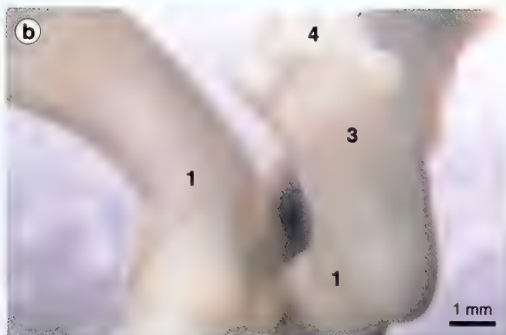


## 216a-216c. Superficie plantar (punta) del pie.



**216a.** Estadio 22 (día 54). El dedo grueso tiene una apariencia similar al dedo pulgar. 27 mm de longitud CR.

1. tobillo
2. pliegue epidérmico
3. superficie plantar (planta)
4. dedo



**216b.** Semana 9. El dedo grueso ha alcanzado la posición final. 50 mm de longitud CR ♀.

**216c.** Semana 18. Están presentes los pliegues epidérmicos en la planta del pie. Los arcos plantares están disimulados por el acúmulo de grasa. 164 mm de longitud CR ♂.



21<sup>o</sup>a-21<sup>o</sup>c. Desarrollo de las uñas de los dedos del pie.

21<sup>o</sup>a. Semana 8. No se han formado los lechos ungüesales. 89 mm de longitud CR.



21<sup>o</sup>b. Semana 10. Están presentes los lechos ungüesales en los dedos. 60 mm de longitud CR.



21<sup>o</sup>c. Semana 24. 228 mm de longitud CR.

1. talón
2. dorso del pie
3. borde lateral del pie
4. uña
5. lecho ungües

# Huesos y articulaciones

## HUESOS

Los huesos se desarrollan mediante alguno de los dos tipos de osificación: intracartilaginosa (endocondral) e intramembranosa.

### Osificación endocondral

Al principio el mesodermo forma modelos cartilaginosos de los huesos. El mesodermo adyacente al modelo cartilaginoso se condensa para formar el pericondrio, que más tarde formará las dos capas del periostio: la capa externa fibrosa y la interna celular. Estos modelos cartilaginosos crecen, sobre todo por sus extremos, como consecuencia del incremento del tamaño y también de las mitosis de los condrocitos del cartilago.

Los huesos largos de los miembros son ejemplos de osificación intracartilaginosa. La osificación comienza cuando maduran los condrocitos de la diáfisis del hueso, se produce fosfatasa y se calcifica la matriz extracelular. Las células fagocitarias multinucleadas (condroclastos) labran cavidades ocupadas por condrocitos hipertróficos que mueren, pero las cavidades permanecen.

La capa interna celular del periostio deja entonces de formar condrocitos, y forma, en su lugar, osteoblastos. Estas células, junto con los vasos sanguíneos, invaden las cavidades de la diáfisis y establecen los centros de osificación. Los osteoblastos situados en el cartilago osificado depositan hueso, extendiendo la osificación en la diáfisis hacia arriba y abajo, mientras que los condrocitos mueren.

El periostio incorpora hueso en la superficie de la diáfisis mediante osificación intramembranosa (véase más adelante). En el centro de la diáfisis se reabsorbe hueso y es reemplazado por mesodermo hemopoyético que formará la médula roja. La hemopoyesis comienza sobre la 16.<sup>a</sup> semana en la médula ósea. Hacia la 10.<sup>a</sup> penetran en la circulación los granulocitos procedentes de la médula ósea.

Cada extremo de la cavidad medular es una zona de osificación endocondral (metáfisis) que avanza hacia el extremo del hueso. Al mismo tiempo, en los extremos del hueso se deposita cartilago.

En cada extremo del hueso, se forman uno (o más) centros de osificación (epífisis). La osificación continúa hasta

que quedan dos tipos de áreas: cartilago articular en el extremo distal de los huesos y un disco de cartilago epifisario entre el centro de osificación primario de la diáfisis y el centro secundario de la epífisis.

El crecimiento del hueso continúa en el disco epifisario (cartilago de crecimiento) hasta que se alcanza la longitud adulta y el disco se transforma en hueso.

La placa epifisaria se divide en cuatro regiones (desde la metáfisis hasta el extremo del hueso): cartilago calcificado con células degeneradas (condrocitos), células hipertróficas maduras en columna y células planas proliferativas y células de reserva. Cuando las células degeneradas dejan sus lagunas, son reemplazadas por osteoblastos, que depositan hueso en el cartilago calcificado.

Los huesos crecen en longitud a partir de las placas epifisarias y en grosor a partir del periostio.

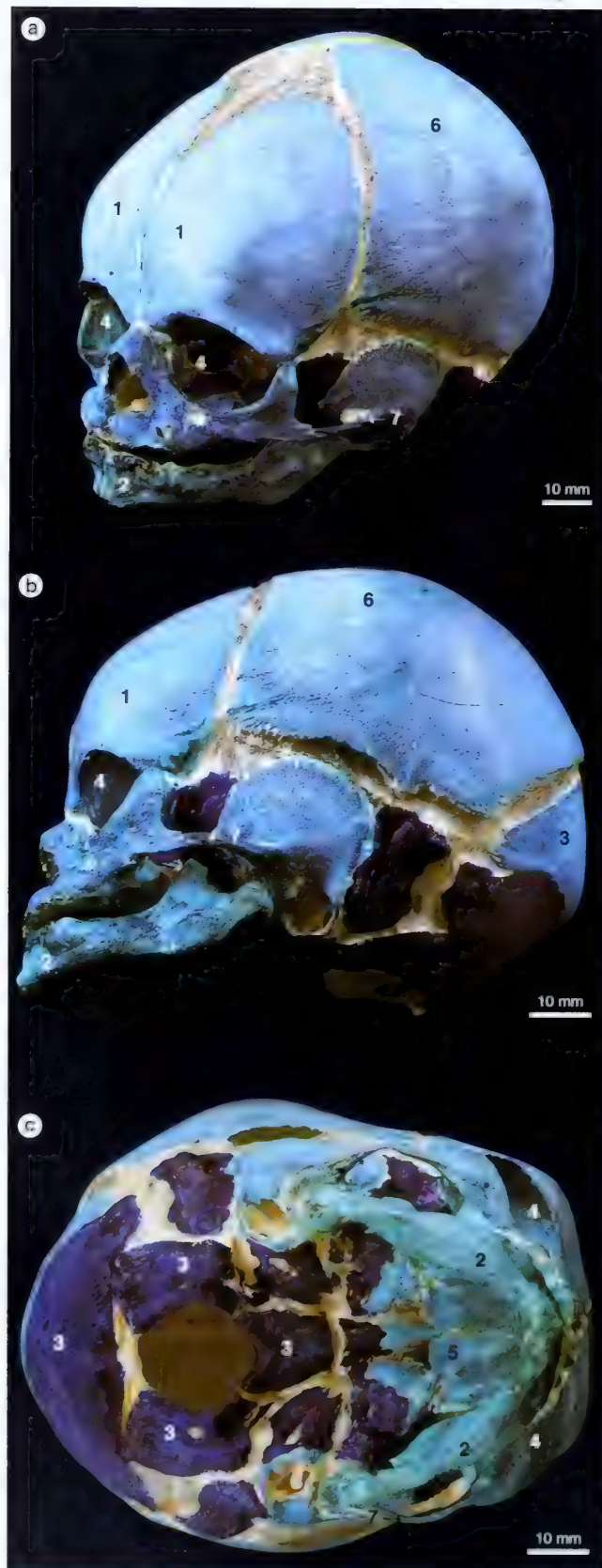
### Osificación intramembranosa

Las células mesodérmicas (huesos planos del cráneo) se diferencian en osteoblastos y forman centros de osificación. Estos centros empiezan a formar matriz ósea (espículas) que atrapan a los osteoblastos y a los osteocitos. Los osteoblastos que rodean a la matriz producen más osteocitos por lo que las espículas óseas van creciendo y se hacen más complejas. En la periferia del centro de osificación el mesodermo forma periostio. En el centro de osificación, aparecen los osteoclastos que reabsorben o destruyen hueso.

El crecimiento y la forma definitiva del hueso son el resultado de la combinación de la deposición de los osteoclastos y de la destrucción de los osteoclastos. Por ejemplo, en el hueso frontal se añade nuevo hueso en su superficie externa, mientras que el hueso «viejo» de su superficie interna es destruido.

- La médula roja se encuentra en todo el esqueleto neonatal. Después de los 5 años, la médula roja de los huesos largos es reemplazada gradualmente por la médula amarilla.





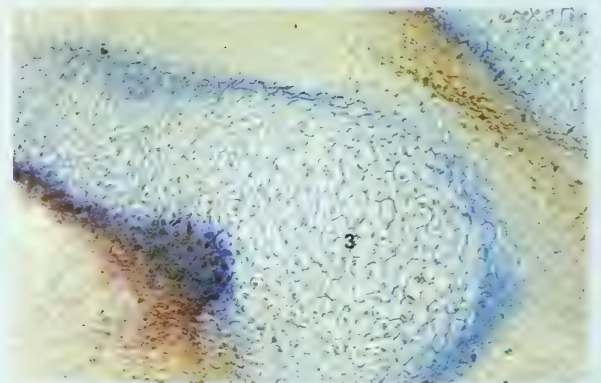
**218a-218c.** Cráneo neonatal pintado para mostrar los orígenes de los huesos intramembranoso (turquesa) y cartilaginoso (azul fuerte).

**218a.** Vista frontal y lateral.

**218b.** Vista lateral.

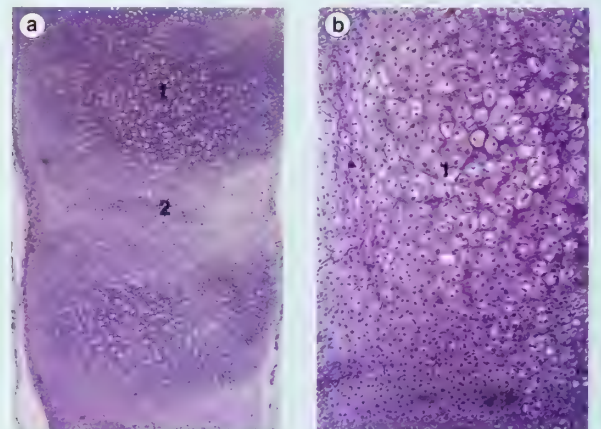
**218c.** Base del cráneo.

- 1. frontal
- 2. mandibula
- 3. occipital
- 4. orbita
- 5. palatino
- 6. parietal
- 7. arco cigomatico



**219.** Estadio 19 (días 47-48). Desarrollo del arco vertebral. 20 mm de longitud CR.

- 1. cartilago empezando a hipertrofiarse en el centrum
- 2. disco intervertebral
- 3. cartilago empezando a hipertrofiarse en el arco vertebral



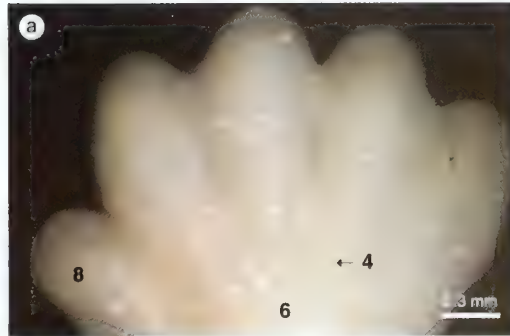
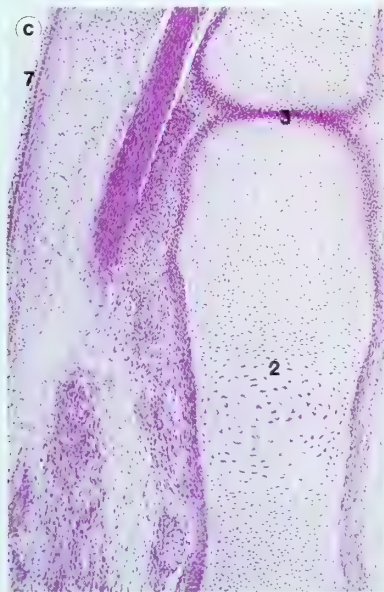
**220a y 220b.** Semana 11. Vértex en desarrollo. La figura 220b es una ampliación de la figura 220a. 29 mm de longitud CR.

## ESQUELETO

En las semanas 5-6 el mesodermo de cada miembro se condensa para formar un esqueleto continuo, sin articulaciones. En el mesodermo de cada hueso aparece un centro cartilaginoso (centro de condricificación) y las células se diferencian formando cartilago. Se forma un modelo cartilaginoso de cada hueso, mientras que el mesodermo circundante a cada uno forma el pericondrio. Las áreas situadas entre los modelos cartilaginosos están en continuidad con el pericondrio y formarán las articulaciones.

El pericondrio cercano al centro de la diáfisis del hueso se diferencia en un periostio bicapa. La capa interna osteogénica contiene osteoblastos que forman matriz ósea y fibras de la diáfisis. Más tarde se depositan las sales de calcio procedentes de la sangre y se forma el tejido óseo como un cilindro alrededor de la maqueta cartilaginosa.

**221c.** Semana 8. Falange en desarrollo 40 mm de longitud CR.



**221a-221d.** Esqueleto de la mano en desarrollo

**221a.** Estadio 19 (días 47-48) 20 mm de longitud CR



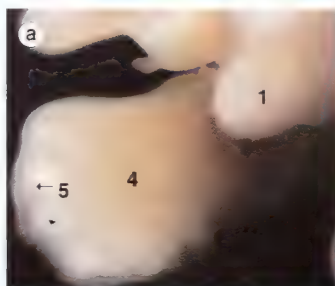
**221b.** Semana 13. 95 mm de longitud CR.

1. dorso de la mano
2. primordio del hueso cartilaginoso
3. articulación
4. primordio del metacarpiano mesodérmico
5. metacarpianos
6. palma de la mano
7. piel
8. pulgar

**221d.** Semana 11 Esqueleto en desarrollo del antebrazo y de la mano. 65 mm de longitud CR.







**222a-222c.** Esqueleto en desarrollo del miembro inferior.

**222a.** Estadio 19 (días 4-48). 20 mm de longitud CR.

**222b.** Semana 8. 35 mm de longitud CR.

**222c.** Semana 9. 48 mm de longitud CR ♀.



1. hueso en desarrollo
2. vena safena mayor
3. rótula
4. yema de la pierna
5. primordio metatarsico mesodermico
6. tibia

## ARTICULACIONES

Las articulaciones se forman durante las semanas 6-8.

### Articulaciones sinoviales

El mesodermo que rodea el área articular se condensa para formar una cápsula que se continúa con el pericondrio de la diáfisis y con los ligamentos. Cada extremo articular de un hueso está cubierto por una densa capa de mesodermo, que formará los cartilagos articulares y las membranas sinoviales. En el mesodermo laxo del interior de la cápsula articular aparecen unas vacuolas liquidas, que se unen para formar la cavidad articular.

### Articulaciones fibrocartilaginosas

El mesodermo articular se diferencia en fibrocartilago (por ejemplo, la sínfisis del pubis) o cartilago hialino (p. ej., la unión neurocentral).

### Articulaciones fibrosas

El mesodermo de las articulaciones se diferencia en tejido conectivo denso (p. ej., la sutura metopica o frontal del cra-



**223.** Rodilla de un feto a término disecada y vista desde el frente. Se ha desplazado el fémur y se ha rechazado la rótula hacia delante.

1. fémur
2. ligamento
3. tibia
4. cartilago articular
5. rótula

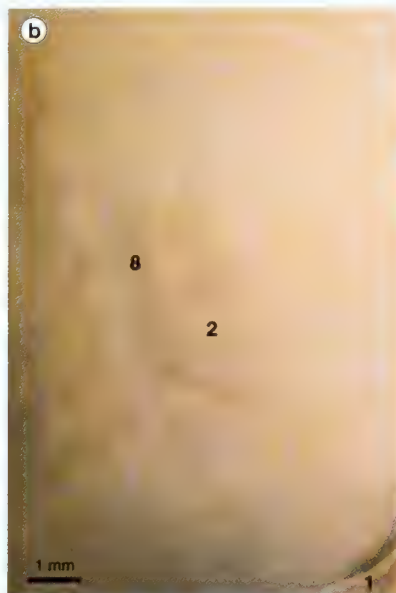
223 cortesía de la RCS



224a y 224b. Esternón primitivo. Vista desde la superficie ventral.



224a. Estadio 22 (día 54). Las dos placas esternales. 27 mm de longitud CR.



224b. Semana 10. 57 mm de longitud CR ♂.

1. miembro superior
2. cartilagos costales
3. cara
4. mano
5. prominencia hepática
6. costilla
7. placas esternales
8. esternon
9. cordón umbilical

#### 225a y 225b.

Centros de osificación del esternón

#### 225a. Semanas 20-24

Están presentes los cuatro centros de osificación: uno en el manubrio (eliminado) y tres en el cuerpo.

#### 225b. Semanas 20-24

El espécimen ha sido inyectado, desecado y conservado en aceite.

1. cuerpo esternal
2. arteria torácica interna
3. manubrio esternal
4. centros de osificación
5. costilla
6. apófisis xifoides



225a y 225b cortesía de la RCs

## Esternón

Las condensaciones mesodérmicas forman en el torax dos placas esternales separadas. Durante la 9.<sup>a</sup> semana ambas placas, que están casi paralelas en la línea media, se fusionan entre sí en sentido cefalocaudal para formar los modelos cartilaginosos del manubrio, cuerpo y apófisis xifoides. Estas placas esternales están conectadas con los extremos de los cartílagos costales.

El esternón está formado por el manubrio, el cuerpo y la apófisis xifoides. Durante las semanas 20-25, excepto en la apófisis xifoides.

En el manubrio el manubrio esternal se divide en dos segmentos principales: el superior y el inferior. El segmento superior del cuerpo posee habitualmente un centro principal y los segmentos inferiores tienen centros a pares.

- La osificación de los segmentos inferiores empieza poco antes del nacimiento y la apófisis xifoides se osifica durante el tercer año de vida.
- Si la fusión es incompleta puede haber una pequeña fisura o pedículo entre el manubrio y el cuerpo.

## Costillas

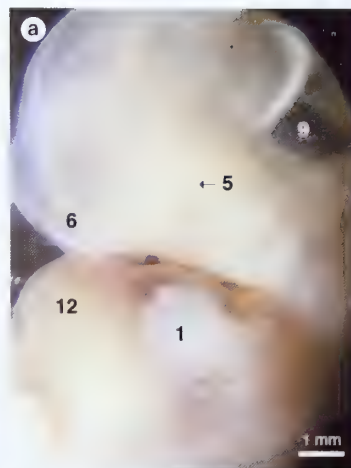
Los modelos mesodérmicos de las costillas se forman a partir de los procesos costales de las vértebras torácicas (dorsales). Se transforman en cartilaginosos y, durante las semanas 13-14, aparece el centro de osificación primario en el cuerpo de la costilla.

- En el neonato, las costillas son más horizontales y menos curvadas que en el adulto.

La respiración del neonato es ante todo debida a la acción del diafragma y de los músculos de la pared abdominal.

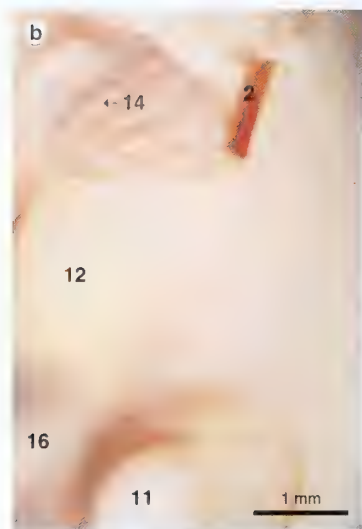
En la pubertad aparecen los centros de osificación secundarios de la cabeza y de la tuberosidad costal.

1. esbozo del miembro superior y placa de la mano (paleta)
2. espina de cactus y piel rechazada
3. oreja
4. codo
5. ojo
6. prosencéfalo
7. mano
8. prominencia cardíaca
9. rombencéfalo
10. miembro inferior
11. esbozo del miembro inferior
12. prominencia hepática
13. hernia del intestino medio
14. costilla precartilaginosa
15. costilla
16. cordón umbilical



**226a-226e.** Costillas en desarrollo

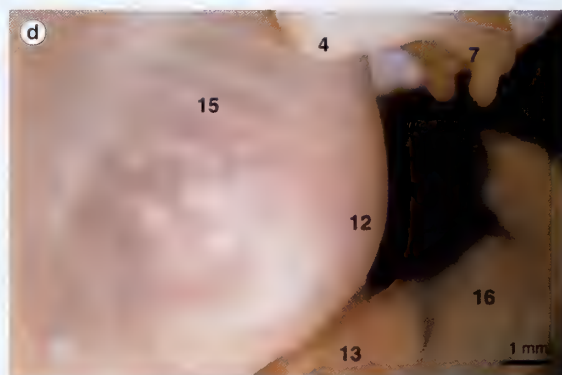
**226a.** Estadio 17 (día 41). En este estadio las costillas no están presentes en la superficie ventral. 12 mm de longitud CR.



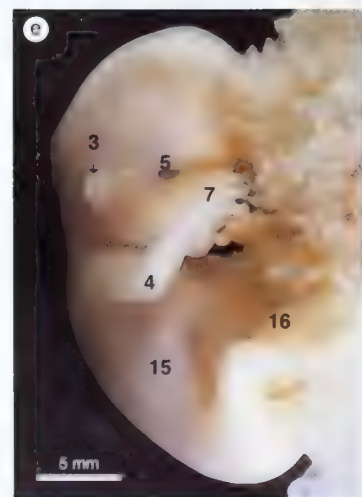
**226b.** Estadios 17-18 (días 41-44). Están presentes las costillas precartilaginosas. 14 mm de longitud CR.



**226c.** Estadio 19 (días 47-48). Las costillas han crecido parcialmente alrededor de la pared corporal. 20 mm de longitud CR.



**226d.** Estadio 22 (día 54). 27 mm de longitud CR.



**226e.** Estadio 23 (días 56-57). 27 mm de longitud CR.



**227.** Semana 8. Aspecto interno de las costillas y de los cartílagos costales. 40 mm de longitud CR ♀

1. cartílagos costales
2. costilla
3. ventrículo del corazón

## Pelvis

La pelvis del neonato es más vertical que la del adulto y no muestra diferencias entre sexos.

En el nacimiento la mayoría del cuerpo del ilion, la rama del isquion y la rama superior del pubis están osificados. Estas partes están separadas por un cartilago en forma de «Y», y constituyen la mayor parte del acetábulo (cavidad cotiloidea). La cabeza del fémur es normalmente más grande que el acetábulo y se extiende más allá de sus bordes.

- Cuando el niño camina (segundo año), el sacro desciende entre ambos huesos ilíacos.

**228.** Pelvis de un feto a término. Obsérvese las espículas osificadas y radiadas del ilion. El coxis todavía es totalmente cartilaginoso.

1. coxis
2. ilion
3. cresta ilíaca
4. isquion
5. pubis
6. placa epifisaria en forma de «Y»





## Cráneo y derivados de los arcos branquiales

El cráneo está formado por el neurocráneo, que protege al encéfalo, y el esqueleto de los maxilares (viscerocráneo). La base del cráneo es cartilaginosa, como el hueso occipital, el cuerpo del esfenoides, las alas menores del esfenoides, el cuerpo del etmoides, las cápsulas óticas, las cápsulas nasales y las porciones petrosa y mastoidea de los temporales.

Los huesos planos del cráneo son membranosos, como los frontales y parietales, las partes escamosas de los temporales y de los occipitales, los huesos nasales y los ungüis.

El esqueleto de los maxilares (viscerocráneo) está formado tanto por osificación cartilaginosa como membranosa. Las porciones cartilaginosas se forman a partir del primer y segundo arcos branquiales, donde la condensación del mesodermo forma una barra de cartilago, en cada uno de ellos. Parte del cartilago o de su pericondrio se mantienen para formar estructuras adultas, pero la mayor parte es reemplazada por hueso membranoso.

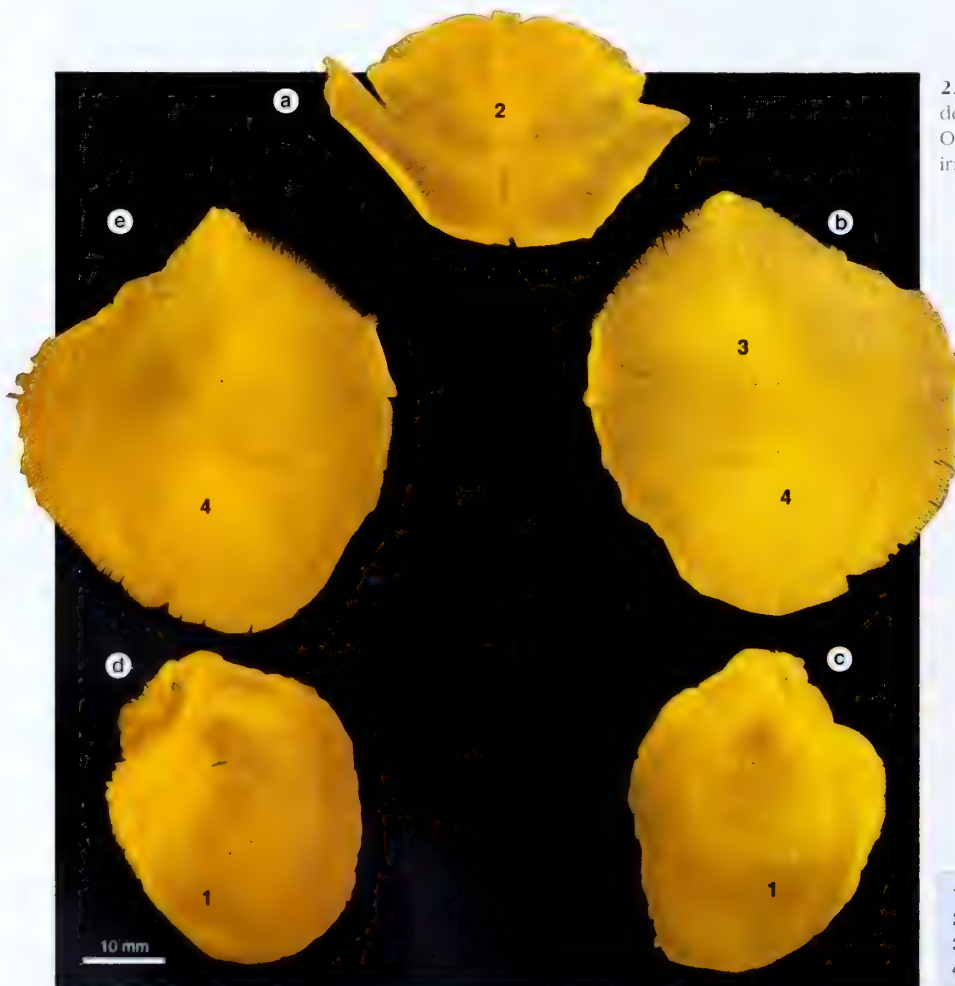
Las porciones membranas del viscerocráneo incluyen el proceso maxilar del primer arco branquial, donde se forma el maxilar, el malar (hueso cigomá-

tico) y la porción escamosa del temporal, el vómer y el palatino. La mandíbula se forma alrededor del extremo ventral del cartilago del primer arco (cartilago de Meckel). En el cóndilo mandibular y en el centro del mentón hay osificación cartilaginosa.

Los huesos planos del cráneo se desarrollan, adaptándose sobre el cerebro en crecimiento, mediante la deposición de nuevo hueso en la superficie externa y por destrucción del hueso «viejo» en la superficie interna.

En los arcos branquiales tercero a sexto, las barras de cartilago se forman en el extremo ventral de cada arco. El cartilago del extremo dorsal del primer arco (cartilago de Meckel) forma el martillo y el yunque; el cartilago del extremo dorsal del segundo arco (cartilago de Reichert) forma el estribo y la apófisis estiloides, y el cartilago de la parte ventral del segundo arco forma el asta menor y la parte superior del cuerpo del hioides.

El cartilago del arco tercero (extremo ventral) forma el asta mayor y una parte inferior del cuerpo del hueso hioides. Los arcos cuarto y sexto se fusionan para formar los cartílagos laringeos, con la excepción de la epiglotis (formada a partir de la eminencia hipobranquial de los arcos tercero y cuarto).



**229a-229e.** Semanas 20-24. Huesos de la bóveda craneal aislados (cara interna). Obsérvese las espículas osificadas que se irradian desde los centros de osificación.

1. frontal
2. occipital
3. centro de osificación
4. parietal

## CRÁNEO NEONATAL

La cara del recién nacido ocupa aproximadamente una octava parte del total del cráneo. Esta relación cambia hasta la edad adulta en que la cara representa la mitad del cráneo. La cara de pequeño tamaño del neonato es debida a la falta de erupción dentaria y a las reducidas dimensiones de las fosas nasales y de los senos maxilares.

Los huesos planos del cráneo están separados por membranas fibrosas denominadas suturas. Las zonas expansionadas de las suturas se conocen como fontanelas. Normalmente hay seis fontanelas en el momento del nacimiento. La fontanela anterior tiene forma de un rombo, de unos 25 mm de diámetro, y está recubierta por una piel pulsátil. Esta fontanela se oblitera por el progresivo crecimiento hacia su centro de los bordes de los huesos membranosos. Este proceso empieza sobre los 3 meses después del nacimiento, y la obliteración de la fontanela suele completarse en el segundo año después del nacimiento. La fontanela posterior, las dos fontanelas esfenoidales y ambas fontanelas mastoideas se cierran entre el sexto mes y el segundo año de vida posnatal. Pueden también existir numerosas fontanelas accesorias. La palpación de las fontanelas permite una evaluación clínica de la hidratación, de la presión intracraneal y del crecimiento óseo.

En el nacimiento, la mayoría de los huesos del cráneo están osificados, pero se mueven unos respecto a otros en las suturas, porque los huesos son blandos y están laxamente conectados. Esta movilidad es particularmente importante en el parto ya que permite incluso que los huesos se superpongan. Los parietales cubren a los frontales, ya que éstos no se superponen entre sí por estar fijos a la raíz de la nariz. Los parietales también cubren a los occipitales y un parietal se desplaza bajo el otro (v. el apartado «Parto»).

La apófisis mastoideas no se desarrolla hasta el segundo año, por lo que el nervio facial está relativamente expuesto o desprotegido cuando emerge a través del agujero estilomastoideo. En un parto difícil los fórceps pueden lesionar el nervio.

- El neonato carece de arcos superciliares
- El cráneo continúa su rápido crecimiento durante el segundo año de vida posnatal. Se añade nuevo tejido óseo en los extremos de los huesos.

### Mandíbula

La mandíbula del recién nacido está compuesta de dos mitades unidas por una sutura media (sífnisis mentoniana). Ambas mitades se fusionan al principio del segundo año.

El ángulo del la rama mandibular es ancho ( $140^\circ$ ) y la escotadura sigmoidea es poco profunda.

Están presentes 10 anchas fosas alveolares, que contienen a otros tantos dientes deciduos

- ◊ En el adulto joven el ángulo del ramo es de  $120^\circ$  o menor, mientras que en el anciano el ángulo se vuelve a ampliar por la resorción ósea
- ◊ El diploe se forma hacia la edad de 2 años.

### Maxilar

El maxilar neonatal tiene poca altura y su crecimiento vertical durante la infancia se debe al aumento de tamaño del seno maxilar y de la porción alveolar.

En el nacimiento, el agujero infraorbitario es grande y la porción alveolar posee 10 anchos alvéolos que contienen los dientes deciduos.

### Occipital

En el nacimiento el occipital está formado por cuatro porciones separadas por cartilago: una escamosa, dos laterales y una basilar. Estas porciones están fusionadas entre sí hacia los 4 años de edad. ●

### Esfenoides

El esfenoides del recién nacido está compuesto de cuatro porciones: una impar y media y dos laterales. Cada porción lateral está formada por parte del ala mayor y de la lámina medial de la apófisis pterigoides, que se unen durante el primer año. Los senos esfenoidales invaden al esfenoides hacia los 5 años de edad

### Temporal

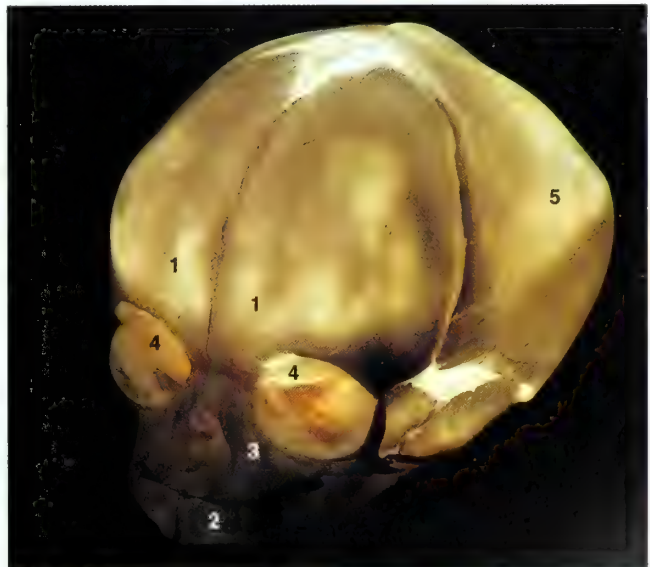
El esfenoides del neonato se compone de tres partes: escamosa, petrosa y timpánica. La apófisis mastoideas no está presente y la apófisis estiloides es ampliamente cartilaginosa.

La porción timpánica del hueso es un anillo óseo incompleto

La cisura petroscamosa que separa las porciones escamosa y petrosa del temporal es una potencial vía para el paso de infecciones del antro mastoideo del oído medio

### Hueso frontal

Los dos frontales se fusionan hacia los 6-8 años y su sutura es raro que persista en el adulto. Los senos frontales, que no están formados en el recién nacido, invaden los huesos hacia los 2 años de edad.

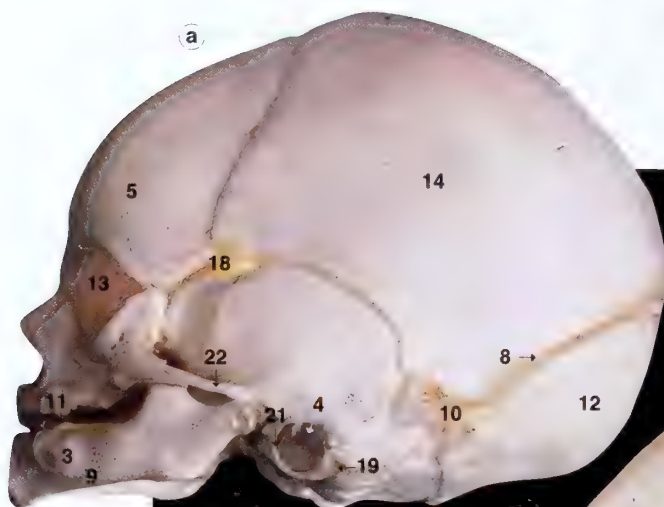


**230.** Cráneo neonatal iluminado mediante transiluminación. Obsérvese la delgadez de los huesos de la bóveda

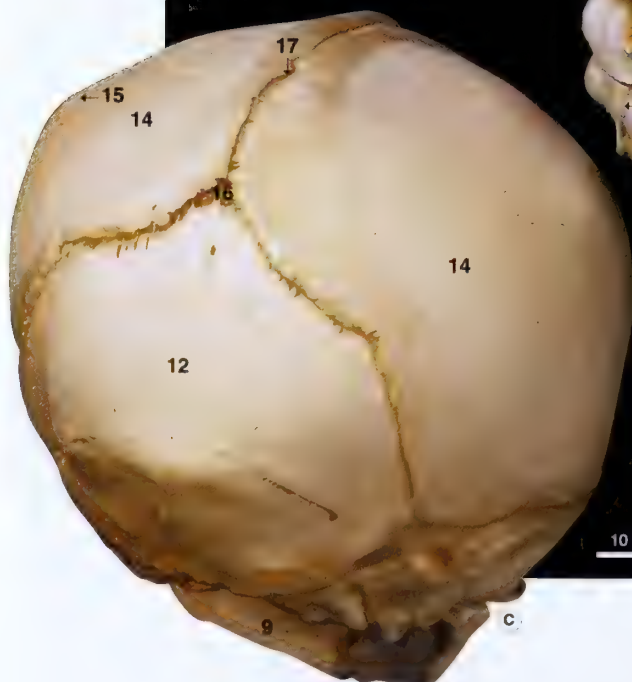
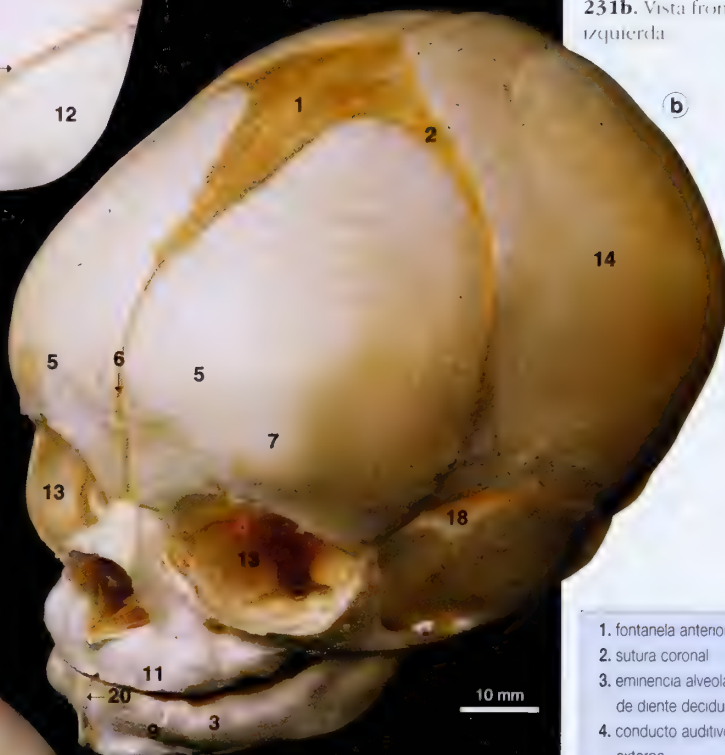
- 1. frontal
- 2. mandíbula
- 3. occipital
- 4. órbita
- 5. parietal

231a-231c. Cráneo neonatal

231a. Vista desde el lado izquierdo



231b. Vista frontal izquierda



231c. Vista posterior

1. fontanela anterior
2. sutura coronal
3. eminencia alveolar de diente decíduo
4. conducto auditivo externo
5. frontal
6. sutura frontal
7. tuberosidad frontal
8. sutura lambdoidea
9. mandíbula
10. fontanela mastoidea
11. maxilar
12. occipital
13. órbita
14. parietal
15. tuberosidad parietal
16. fontanela posterior
17. sutura sagital
18. fontanela esfenoidal
19. agujero estilomastoideo
20. sinfisis mentoniana
21. anillo timpánico
22. arco cigomático



## Columna vertebral

Durante la 4.<sup>a</sup> semana las células de los esclerotomas procedentes de los somitas rodean: 1) la cara ventromedial de la notocorda, para formar el *centrum* de la vértebra y el disco intervertebral; 2) la parte dorsal del tubo neural, y 3) la cara ventrolateral de la pared del cuerpo, para formar los procesos costales. En el tórax estos procesos forman las costillas. Las células situadas ventromedialmente a la notocorda se redistribuyen en bandas alternantes de células: unas dispuestas laxamente y otras de mayor densidad celular. El *centrum* de la vértebra se forma cuando se une una banda densa con la banda laxa caudal que se ha formado a partir del esclerotoma adyacente. En cada segmento algunas células de las bandas densas también emigran cranealmente confrontándose al miotoma para formar el disco intervertebral. Los nervios intersegmentarios se sitúan cerca de los discos, mientras que las arterias están junto a los cuerpos.

La notocorda se mantiene como el núcleo pulposos del disco intervertebral, pero desaparece en el cuerpo vertebral.

La condricificación empieza en la 6.<sup>a</sup> semana. La osificación comienza antes del nacimiento y termina durante el 25.<sup>o</sup> año. En el nacimiento están presentes tres centros primarios de osificación: en el *centrum* y en cada mitad del arco vertebral.

- Durante los 3-5 años las dos mitades del arco vertebral se fusionan.
- Las articulaciones entre el arco y el *centrum* permiten que la médula espinal se agrande. Cuando los arcos se fusionan con el *centrum*, entre los 3-6 años, estas articulaciones desaparecen.
- La columna vertebral torácica desarrolla gradualmente una curvatura relativamente estable después del nacimiento.
- La curvatura cervical aparece cuando el niño empieza a elevar la cabeza.
- La curvatura lumbar aparece al final del primer año, cuando el niño empieza a caminar.

**232.** Semana 19. Sección sagital de la columna vertebral *in situ*

1. miembro superior
2. cerebelo
3. hemisferio cerebral
4. corazón
5. intestinos
6. miembro inferior
7. hígado
8. fosa nasal
9. lengua
10. cordón umbilical
11. columna vertebral



232 cortesía de la RCS

**233.** Disección de la columna vertebral neonatal

1. vértebras cervicales
2. vértebras lumbares
3. vértebras sacras
4. vértebras torácicas



233 cortesía de la RTHSM

## Series de desarrollo (coloración con rojo de alizarina)

El esqueleto cartilaginoso o membranoso se osifica cuando aparecen pequeños centros de osificación. El primer centro aparece en la clavícula y, a continuación, 7.<sup>a</sup> semana, en la mandíbula y el paladar. Entre las semanas 8-9 aparece en el hueso frontal.

Los esqueletos de los embriones y de los fetos pueden teñirse con rojo de alizarina y visualizarse mediante transparentación. Estas preparaciones evidencian los centros de osificación y el progreso de la osificación en el cuerpo.

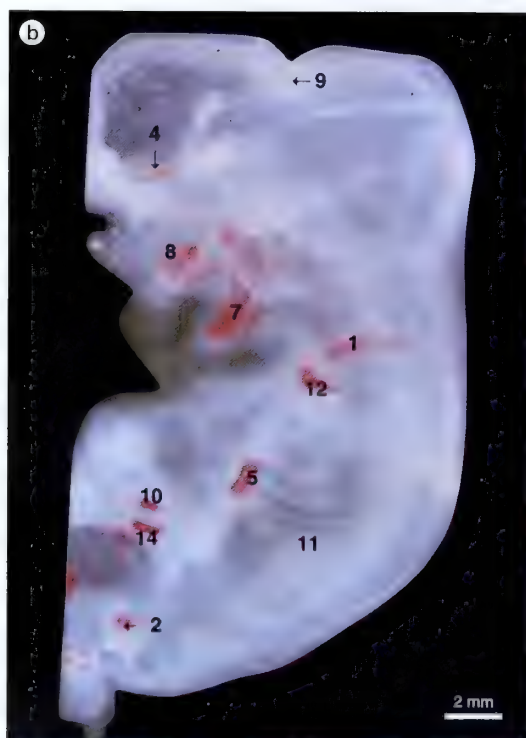
- En la mujer, los centros de osificación aparecen antes que en el varón y completan antes su osificación.
- En el nacimiento todos los huesos del esqueleto tienen médula roja (centros de hemopoiesis). En el adulto la hemopoiesis está limitada a la médula roja del hueso esponjoso, como las costillas, esternón, cuerpos vertebrales, fémur, húmero y diploe del cráneo.
- El centro de osificación calcáneo (semanas 16-20) se utiliza medicolegalmente para estimar la maduración fetal.



**234a-234r.** Centros de osificación primarios demostrados mediante la tinción con alizarina roja y transparentación

**234a.** Estadios 17-18 (días 41-44).

1. clavícula
2. fémur
3. peroné
4. frontal
5. húmero
6. ilion
7. mandíbula
8. maxilar
9. parietal
10. radio
11. costillas
12. escápula
13. tibia
14. cúbito



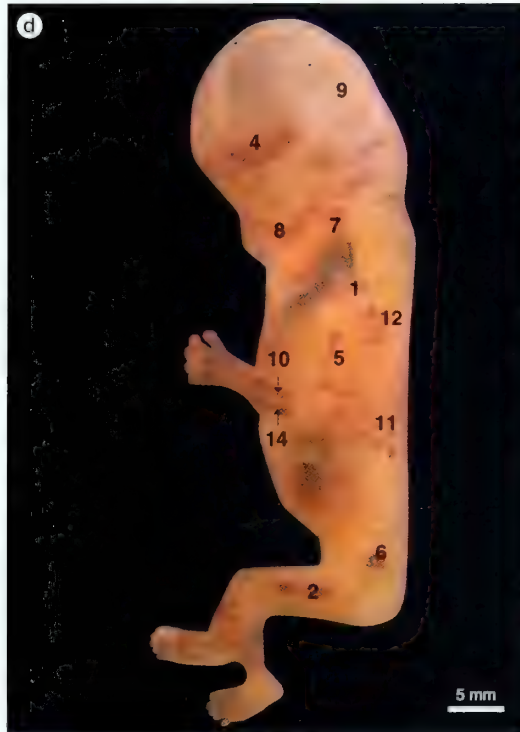
**234b.** Estadio 22 (día 54)



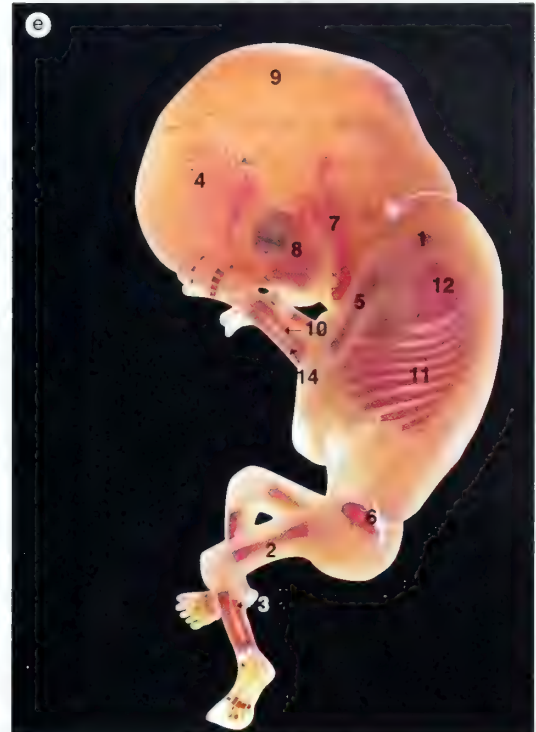
**234c.** Semana 8

**234a-234c** cortesía de la RCS

**234d.** Semana 11  
El espécimen ha sido  
estirado durante la  
manipulación



**234d** y **234f** cortesía de la RTHSM



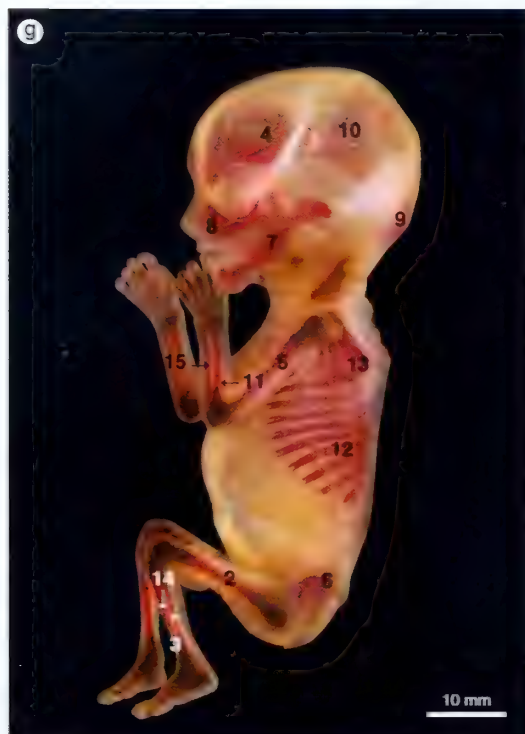
**234e.** Semana 11

**234e** cortesía de la RCS

**234f.** Semanas 11-12







23+g. Semana 15

23+g y 23+ii cortesía  
de la RFIISM



23+h. Semanas 13-14. Este espécimen  
ha sido dañado durante la preparación

23+ii cortesía de la RCI



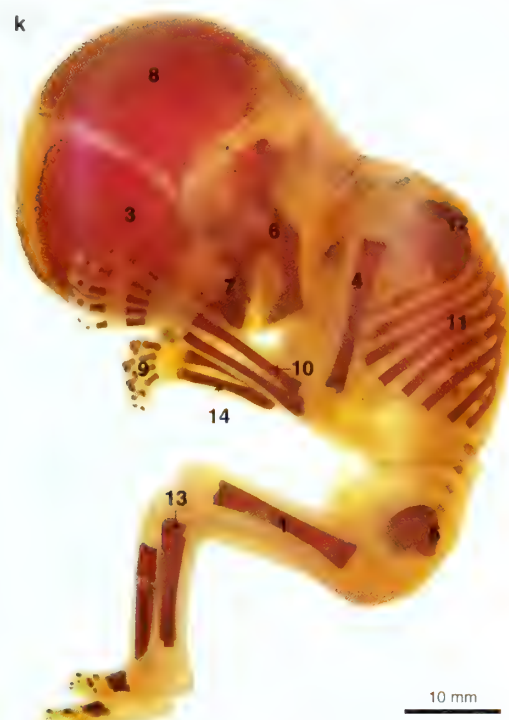
23+ii. Semana 13

1. clavícula
2. fémur
3. perone
4. húmero
5. número
6. fémur
7. mandíbula
8. maxilar
9. occipital
10. parietal
11. radio
12. costillas
13. escápula
14. tibia
15. codo

**234j.** Semana 14. Este espécimen ha sido estirado durante la preparación.

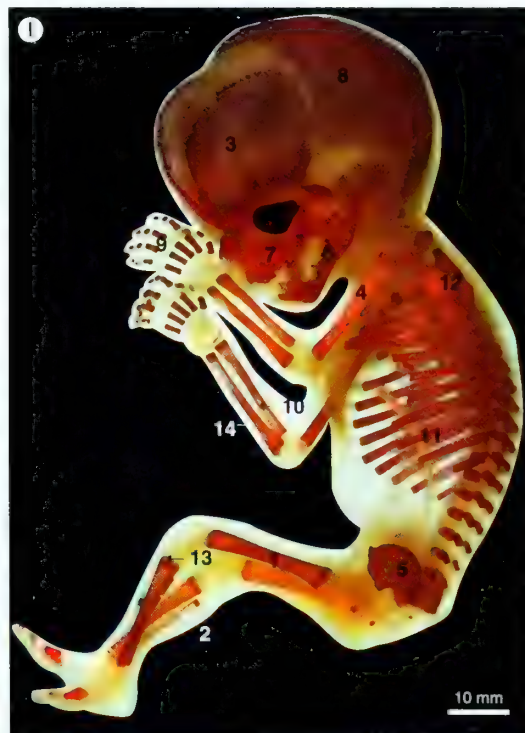


**234j** cortesía de la RFIISM



**234k.** Semana 14

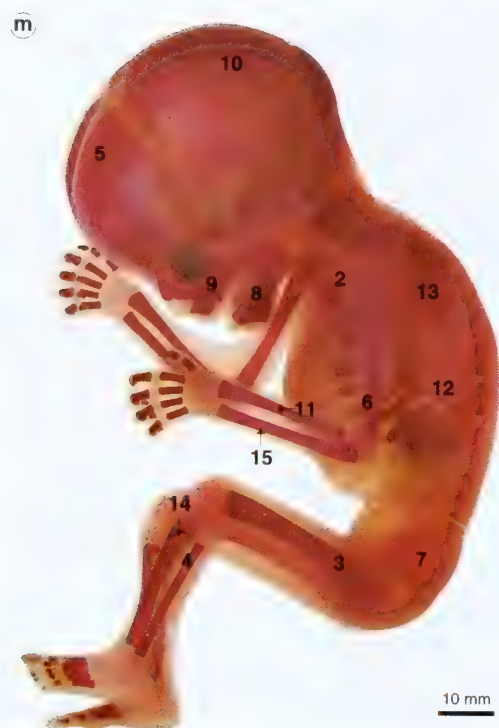
**234k** cortesía de la RCS



**234l.** Semana 15

1. femur
2. perone
3. frontal
4. humero
5. ilion
6. mandibula
7. maxilar
8. parietal
9. falanges
10. radio
11. costillas
12. escapula
13. tibia
14. cubito

**234l** cortesía del Dr. D. Dooley



234m. Semana 16.

234m-234o cortesía de la RCS.



234n. Semana 16.



234o. Semana 17.

1. calcáneo
2. clavícula
3. fémur
4. peroné
5. frontal
6. húmero
7. ilíon
8. mandíbula
9. maxilar
10. parietal
11. radio
12. costillas
13. escápula
14. tibia
15. cúbito





234p. Semana 18.

234p cortesía de la RCS.



234q. Semana 18

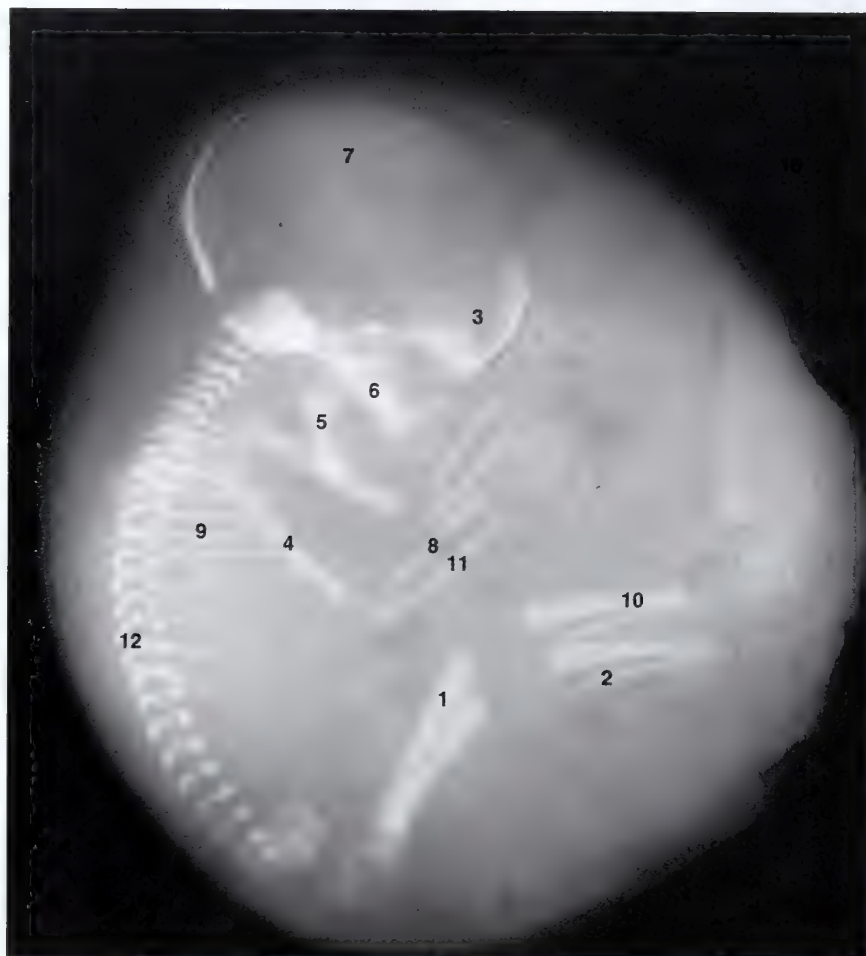
234q y 234r cortesía de la RTHSM



234r. El mismo espécimen que en la figura 234q. Después de la 18.ª semana la visión de los centros de osificación queda enturbiada por los músculos.

1. femur
2. perone
3. fronta
4. humeroc
5. mandibula
6. maxilar
7. parietal
8. radio
9. costillas
10. escapula
11. tibia
12. cubito

## Esqueleto fetal

235. Un feto *in utero*

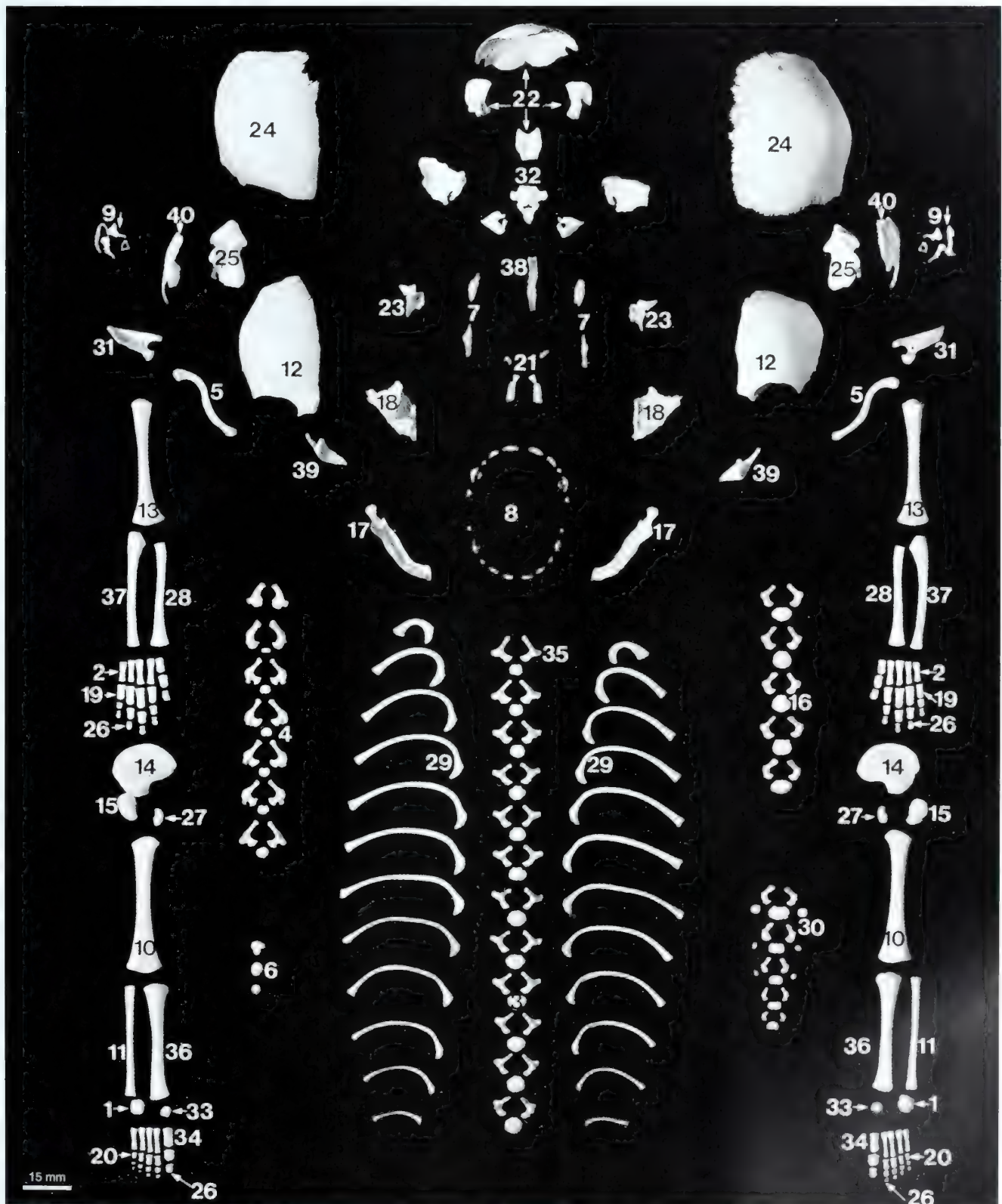
1. fémur
2. peroné
3. frontal
4. humero
5. mandíbula
6. maxilar
7. parietal
8. radio
9. costillas
10. tibia
11. cúbito
12. vértebras

235 cortesía de J. Bashford, colección J.D. Boyd.

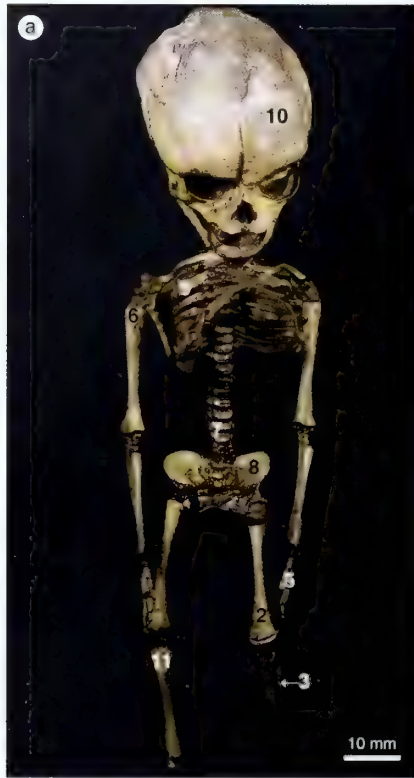
236. Esqueleto desarticulado de un feto a término

1. calcáneo
2. metacarpiano
3. *centrum*
4. vértebras cervicales
5. clavícula
6. cóccix
7. cornetes
8. dientes deciduos
9. huesillos del oído y anillo timpánico
10. fémur
11. peroné
12. frontal
13. humero
14. ilion
15. isquion
16. vértebras lumbares
17. mandíbula
18. maxilar
19. falange proximal (mano)
20. falange proximal (pie)
21. huesos propios de la nariz
22. occipital
23. palatino
24. parietal
25. peñasco del temporal
26. falange distal
27. pubis
28. radio
29. costillas
30. vértebras sacras
31. escápula
32. esfenoides
33. astrágalo
34. metatarsianos
35. vértebras torácicas
36. tibia
37. cúbito
38. vómer
39. malar (hueso cigomático)
40. apófisis cigomática y escama del temporal

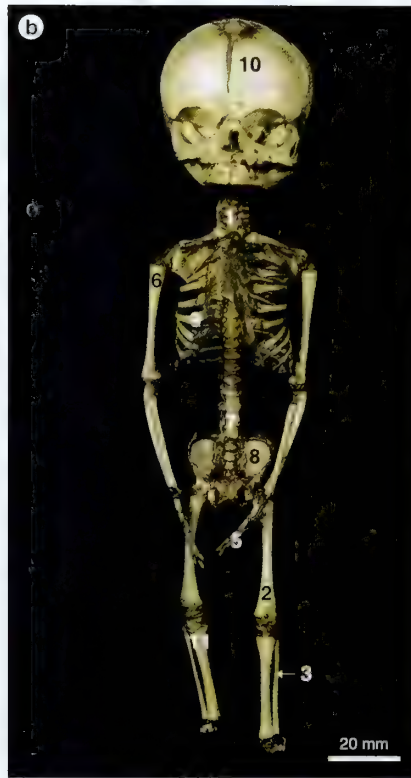
236 cortesía de la RFIISM







237a. Semanas 13-16



237b. Semanas 17-24. Las costillas fetales están casi horizontales.



237c. Semanas 21-28



237d. Semanas 25-32. El craneo lateral es tan ancho como la cintura pélvica total.



237e. Semanas 29-36

237a-237e. Esqueleto fetal articulado para demostrar las diferencias relativas de tamaño. Los miembros inferiores han sido extendidos y aducidos.

1. vértebras cervicales
2. fémur
3. perone
4. pie
5. mano
6. número
7. vértebras lumbares
8. pevis
9. costillas
10. craneo
11. tibia

237a-237e cortesía de la RFTSM

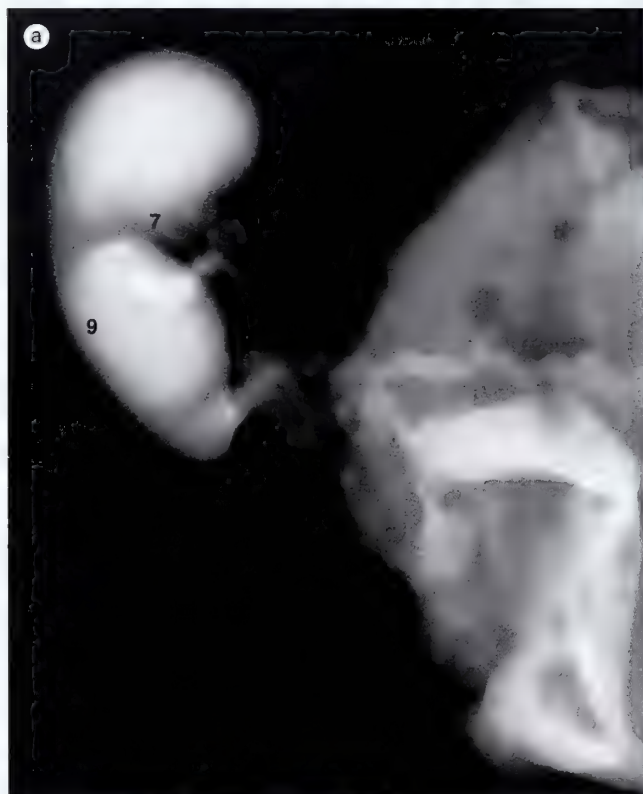
238. Esqueleto de un feto a término en su posición normal *in utero*

1. oído
2. femur
3. pie
4. fronta
5. mano
6. humero
7. ilion
8. parietal
9. radio
10. costillas
11. escápula
12. cubito
13. columna vertebral



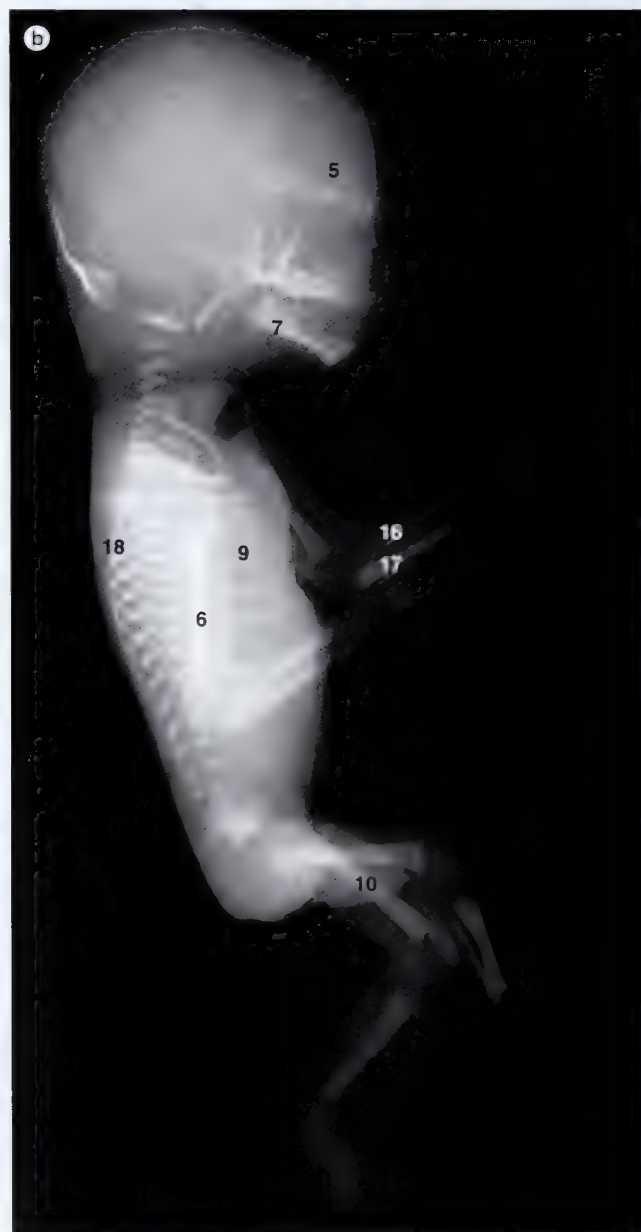
238 cortesía de la RHHM

## Radiología fetal

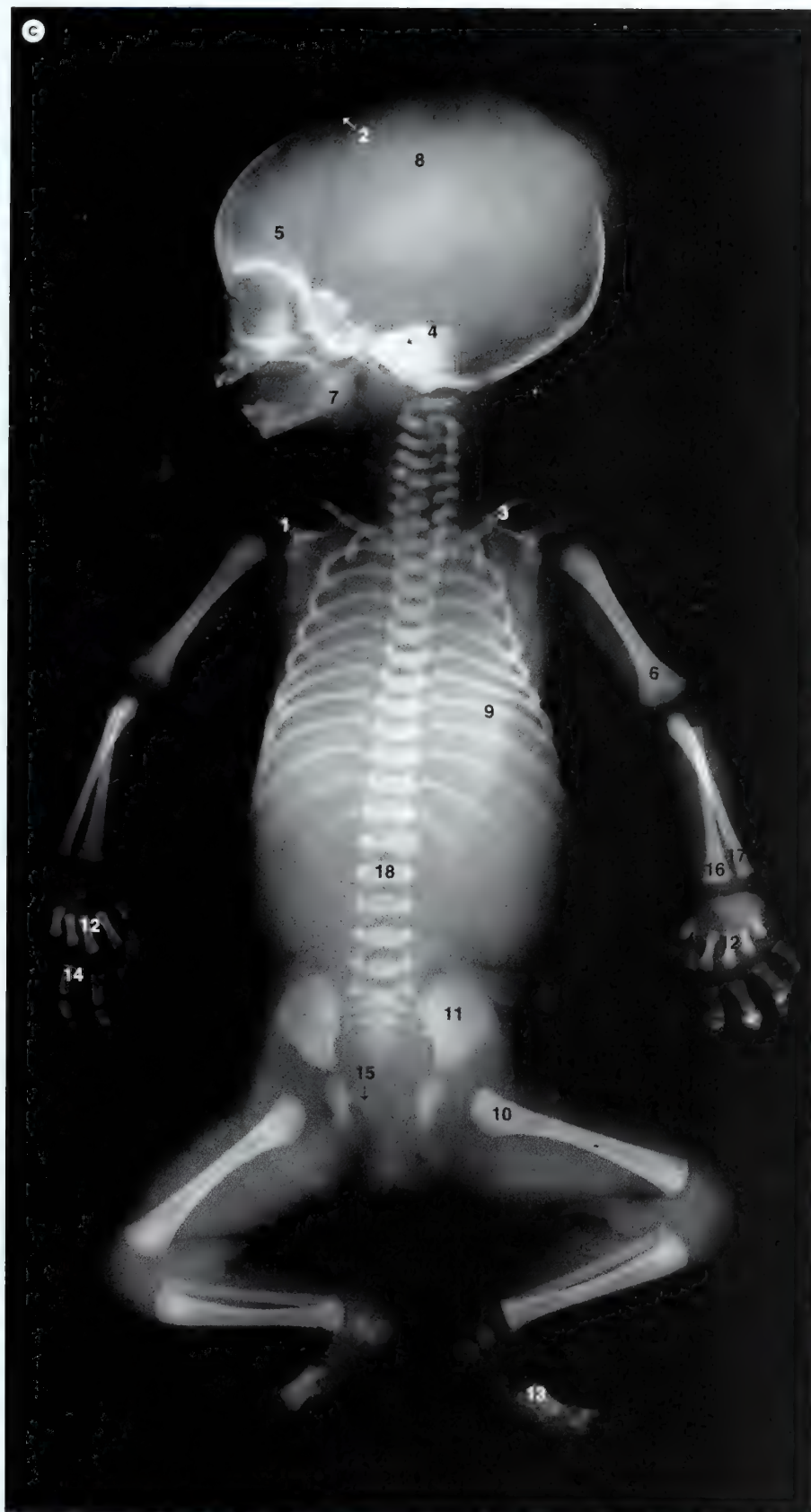


**239a.** Semana 9. Radiografía anteroposterior de un feto masculino con 6 mm de longitud del pie

**239b.** Semana 12. Radiografía lateral de un feto masculino con 15 mm de longitud del pie







**239c.** Semana 29. Radiografía anteroposterior de un feto femenino con 60 mm de longitud del pie

**239a-239c** cortesía de J. Bashford  
colección J.D. Boyd

- 1. acromion
- 2. fontanela anterior
- 3. clavícula
- 4. conducto auditivo externo
- 5. frontal
- 6. húmero
- 7. mandíbula
- 8. parietal
- 9. costillas
- 10. fémur
- 11. ilion
- 12. metacarpios
- 13. metatarsianos
- 14. falanges proximales
- 15. pubis
- 16. radio
- 17. cubito
- 18. vertebras

# Músculos

Los músculos se forman a partir de los mioblastos que se han diferenciado a partir del mesoderma, excepto los músculos del iris que derivan del ectoderma.

Los músculos esqueléticos se forman primariamente a partir de los miotomas de los somitas, aunque algunos músculos de la cabeza y del cuello se forman a partir de los mioblastos de los arcos branquiales. Los mioblastos emigran hacia su posición final, pero algunos músculos se mantienen dispuestos segmentariamente, como los músculos intercostales.

La mayor parte de la musculatura lisa y de la musculatura cardíaca se forma a partir del mesoderma espláncnico. Los primeros latidos cardíacos se efectúan durante las semanas 3-4.

En la 7.<sup>a</sup> semana algunos músculos del cuello y del tronco empiezan a contraerse espontáneamente, apareciendo entonces movimientos de los miembros superiores e inferiores, que son detectables mediante ecografía. Hacia la 12.<sup>a</sup> semana el feto puede responder a la estimulación cutánea y también están presentes algunos reflejos posturales.

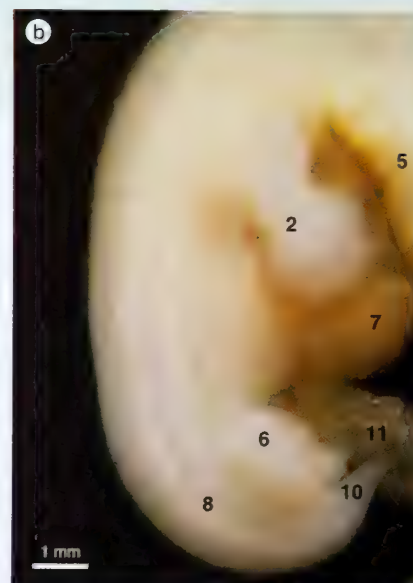
Hacia las semanas 16-20 los movimientos fetales son percibidos por la madre, fenómeno conocido como «avivamiento».



**240a.**  
Estadio 10.  
Sección  
transversal de  
un embrión  
de 10 somitas

1. amnios
2. cavidad amniótica
3. tubo neural
4. somita

240a cortesía de la colección J.D. Boyd



**240b.** Estadio 17  
(día 41). Los músculos  
están representados  
por los somitas.  
Regiones torácica,  
abdominal y cola de un  
embrión de 12 mm  
de longitud CR.

1. miembro superior
2. esbozo del m. s.
3. oreja
4. ojo
5. cabeza
6. esbozo del m. i.
7. prominencia hepática
8. somitas
9. arteria temporal superficial
10. cola
11. cordón umbilical



**241.** Semana 13. El feto de unas 11 semanas es capaz de tragar líquido amniótico y de succionarse un dedo. 92 mm de longitud CR.

## REFLEJOS DE LA DEGLUCIÓN

En la 11.<sup>a</sup> semana, si se estimula la región oral de un feto éste abrirá su boca y succionará un dedo. En la 12.<sup>a</sup> semana el feto deglute líquido amniótico de forma regular y hacia el final de la gestación ingiere unos 750 ml diarios. Además del líquido, deglute gran número de otras sustancias, como células descaamadas desde la piel, cavidad bucal y tracto respiratorio, lanugo y *vernix caseosa*.

# Integumento

## EPIDERMIS

La epidermis se forma a partir del ectodermo y la dermis procede del mesodermo situado bajo el ectodermo.

En la 4.<sup>a</sup> semana la epidermis es un epitelio simple, pero hacia la 7.<sup>a</sup> semana existe una capa superficial de peridermo, que se queratiniza y se descama. En la semana 11 las células son reemplazadas desde la capa basal, estrato germinativo. Todas las capas adultas están presentes en el nacimiento. Hasta la 17.<sup>a</sup> semana la piel es muy fina y se ve a su través los vasos sanguíneos.

Las células descamadas del peridermo, junto con el sebo de las glándulas sebáceas, lanugo y células amnióticas forman una capa blanca protectora para la piel fetal (*vernix caseosa*). Esta capa se encuentra en primer lugar en la espalda, el cabello y en los pliegues de las articulaciones. También llena el conducto auditivo externo en el nacimiento. A partir de la 21.<sup>a</sup> semana las células del peridermo desaparecen gradualmente y las células epidérmicas descamadas quedan retenidas en la *vernix caseosa*.

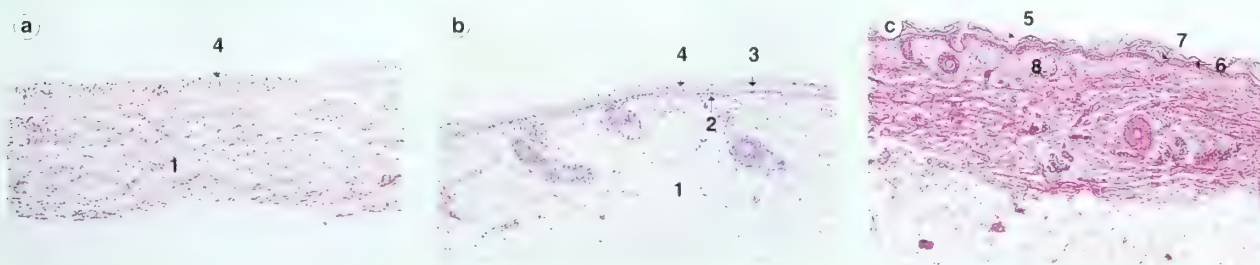
Durante las semanas 13-17 unas invaginaciones del estrato germinativo penetran en la dermis, produciendo los pliegues epidérmicos de las superficies palmares de la mano y de sus dedos, así como de la superficie plantar del pie y de sus dedos. Cada individuo tiene un patrón distinto.

- El patrón de los pliegues de la epidermis (dermatoglifos) puede ser usado complementariamente en el diagnóstico de anomalías cromosómicas.

## MELANOCITOS

Alrededor de la 8.<sup>a</sup> semana los melanoblastos emigran desde la cresta neural hasta la capa basal de la epidermis y forman melanocitos. La melanina se forma después del nacimiento.

**242a-242c.** Desarrollo de la piel. Muestras tomadas del miembro superior por encima del codo



**242a.** Semana 10. 60 mm de longitud CR ♀.

**242b.** Semana 13. 101 mm de longitud CR ♀.

**242c.** Semana 23. 220 mm de longitud CR ♂.

1. fibras de colágeno y elásticas en desarrollo (dermis)
2. pliegue epidérmico

3. capa intermedia
4. peridermo

5. estrato córneo
6. estrato granuloso

7. estrato lúcido
8. estrato espinoso y germinativo

**243.** Semana 13. La piel es muy fina y se distinguen fácilmente los vasos sanguíneos en desarrollo. Observe la ausencia de *vernix caseosa*. 97 mm de longitud CR ♂

1. miembro superior
2. espalda
3. ojo
4. mano
5. arteria temporal superficial



## DERMIS

La dermis procede del mesodermo somático y de la parte dermomiótómica del somita. En la semana 11 se forman las fibras elásticas y colágenas

- El síndrome de Down puede ser reconocido por un patrón anormal de los pliegues epidérmicos; tienen un único pliegue palmar en lugar de los dos que hay normalmente
- Los neonatos de las razas de piel oscura sólo son algo más oscuros que los recién nacidos de razas blancas. Después del nacimiento, su piel se oscurece debido al incremento de la producción de melanina en respuesta a la luz. En la región sacra, los melanocitos dérmicos pigmentados forman una mancha de color «azul de pizarra» o mancha mongólica, que desaparece en los primeros años de vida



**244a y 244b.** *Vernix caseosa* en la cara y cuero cabelludo



- 1. oreja
- 2. ojo
- 3. ceja
- 4. lanugo
- 5. nariz
- 6. cuero cabelludo
- 7. vernix caseosa

**244a.** Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂



**244b.** Semana 18. *Vernix caseosa* en la parte posterior de la cabeza. 160 mm de longitud CR ♀

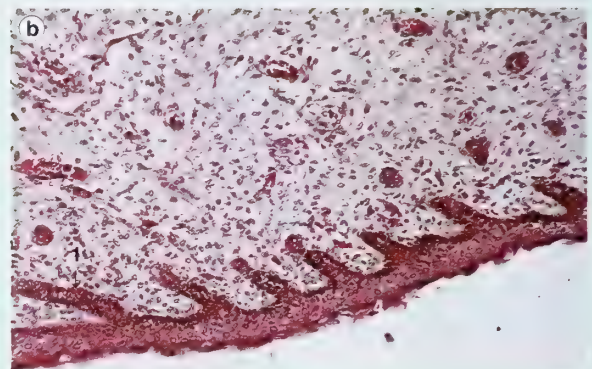
**245a y 245b.** Semana 13. Papilas dérmicas del pulgar.



- 1. papilas dérmicas
- 2. falange distal del pulgar
- 3. uña
- 4. superficie palmar

**245a.** 101 mm de longitud CR ♀.

**245b.** Ampliación de la superficie palmar del pulgar de la figura 245a.



## PELO

Los folículos pilosos se forman (semanas 9-12) cuando penetran en la dermis invaginaciones del estrato germinativo de la epidermis. Los extremos forman los bulbos pilosos que contienen las matrices germinativas que generan los cabellos. Los melanocitos se diferencian en el bulbo a partir de los melanoblastos. La melanina se transfiere desde los melanocitos a la matriz germinativa antes del nacimiento. Una papila pilosa (mesodermo) se invagina en la base de cada bulbo piloso. La vaina de la raíz se forman a partir de dos orígenes distintos: la parte epitelial procede del folículo piloso y la porción dérmica del mesodermo circundante.

La matriz germinativa prolifera e impulsa a las células del tallo del pelo, se queratinizan, perforan la epidermis y protruyen bajo la superficie de la piel. Los músculos erectores del pelo se forman a partir del mesodermo circundante.

Los primeros pelos que aparecen son muy finos (lanugo) y se encuentran en las cejas, mentón y labio superior. Más adelante aparecen también en la frente y el cuero cabelludo y hacia la 20.<sup>a</sup> semana cubren la mayoría del cuerpo. El lanugo es reemplazado por pelos secundarios (vello), que se forman a partir de nuevos folículos pilosos. Hacia las semanas 26-29, el pelo secundario de la cabeza es más largo que el lanugo que se está cayendo. Los nuevos folículos pilosos cubren casi todo el cuerpo.

- La palabra «lanugo» deriva de la palabra latina *lana*.
- El lanugo se cae antes y poco después del nacimiento, siendo el último en desprenderse el de las pestañas, cejas y cuero cabelludo.

## GLÁNDULAS SEBÁCEAS

La mayoría de las glándulas sebáceas se forman como yemas de la vaina de la raíz del folículo piloso, a excepción de las glándulas del glande del pene y de los labios menores, que brotan desde la epidermis. Las yemas de las glándulas sebáceas forman alveolos y conductos. Las células alveolares centrales se disgregan para formar sebo aceitoso, que es liberado en el folículo piloso y de allí a la piel formando parte de la *vernix caseosa*.

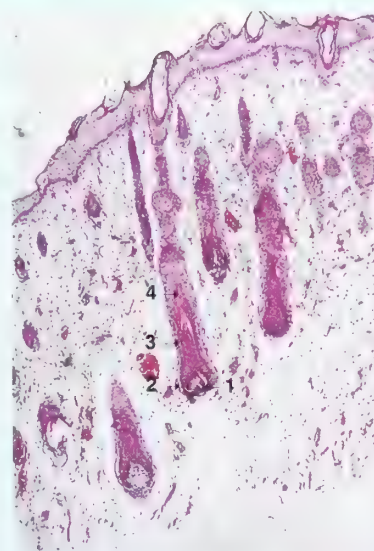


**246a y 246b.**  
Desarrollo de las  
cejas vistas desde  
el frente

1. ceja
2. frente
3. párpados fusionados
4. lanugo

**246a.** Semana 13  
97 mm de longitud CR ♂

**246b.** Semana 15  
130 mm de longitud CR ♀



**247.** Semana 13.  
Sección ransversal  
en parafina  
de la ceja.  
101 mm de  
longitud CR ♀

1. vasos sanguíneos  
en la papila pilosa
2. bulbo
3. vaina dérmica  
de la raíz
4. tallo del pelo



**248.** Semana 17. Lanugo de la cara.  
150 mm de longitud CR ♀.

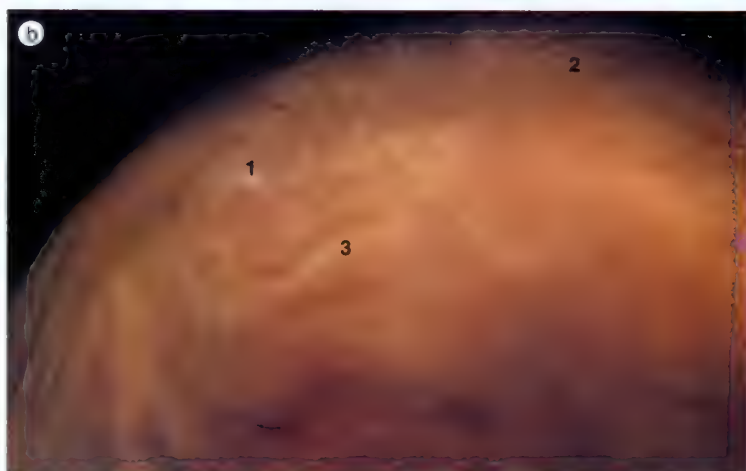
- 1. ojo
- 2. frente
- 3. lanugo



**249a y 249b.** Lanugo y vello.

**249a.** Semana 20. Cuero cabelludo mostrando tanto el lanugo como el cabello, vista desde el lado derecho. 185 mm de longitud CR ♀.

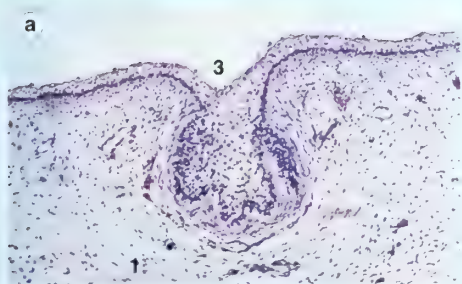
- 1. pelo
- 2. cabeza
- 3. lanugo



**249b.** Semana 22. Cuero cabelludo cubierto de cabello y *vernix caseosa*, vista desde detrás. 210 mm de longitud CR ♂.

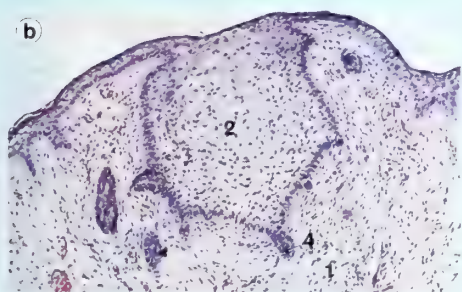
- 1. coronilla
- 2. pelo
- 3. *vernix caseosa*





**250a y 250b.**  
Sección transversal  
de la glándula  
mamaria en  
desarrollo

**250a.** Semana 18.  
152 mm  
de longitud CR ♂.



**250b.** Semana 18.  
155 mm  
de longitud CR ♀.

1. dermis
2. glándula  
mamaria  
en desarrollo
3. fosita mamaria
4. brote  
secundario

## GLANDULAS SUDORIPARAS

Las glándulas sudoríparas tienen un origen ectodérmico. Se forman por invaginaciones sólidas de la epidermis en el interior de la dermis. Su extremo se convierte en una glándula coiled (enroscada). La invaginación en la luz de la glándula sudorípara se forma por canalización; las células periféricas dan lugar a células secretoras y células mioepiteliales (músculo liso).

Las glándulas sudoríparas apocrinas sudoríparas se forman por invaginaciones que formarán los folículos pilosos.

## DIENTES

Véase el apartado sobre labios y dientes.

## UÑAS

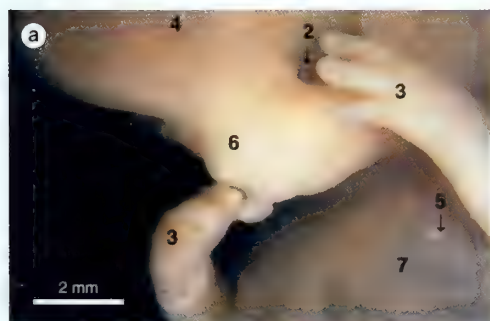
Véase el apartado sobre miembros.

## GLÁNDULA MAMARIA

Al principio de la 4.ª semana una cresta de ectodermo engrosado se extiende entre la axila y la región inguinal. Durante la 6.ª semana se engruesa y se invagina en la región pectoral. Después (semana 13) crecen, en la zona invaginada, numerosos cordones epiteliales galactoforos secundarios en el interior del mesodermo subyacente. En las semanas 32-36, las invaginaciones y los cordones se canalizan. En el momento del nacimiento el pezón está invaginado y escasamente formado.

El pezón se forma al final de embarazo, cuando proliferan las células epiteliales, cuando prolifera el mesodermo situado bajo la invaginación y consigue elevarla por encima de la piel adyacente.

- En el nacimiento las glándulas mamarias tienen la misma apariencia en ambos sexos.
- Como consecuencia de que las hormonas sexuales maternas cruzan la placenta, la mama en ambos sexos puede secretar una sustancia láctea conocida como «leche de brujas».
- Como el tórax crece durante la infancia, ambos pezones se separan de la línea media.
- En la pubertad de la mujer, los estrógenos estimulan el ulterior crecimiento de los conductos y el depósito de grasa.

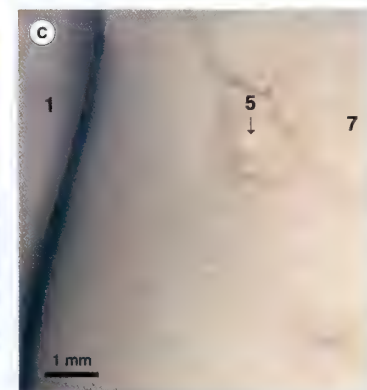


**251a-251d.** Pezón  
en desarrollo

**251a.** Estadio 22  
edad 54-27 mm  
de longitud CR.

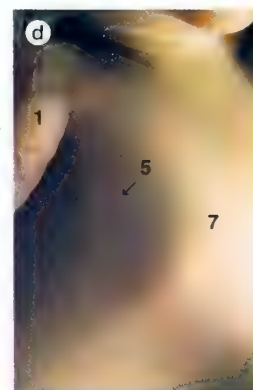


**251b.** Semana 9  
48 mm de  
longitud CR ♀.



**251c.** Semana 13  
97 mm de  
longitud CR ♂.

**251d.** Semana 18.  
164 mm de  
longitud CR ♂.



1. miembro superior
2. ojo
3. mano
4. cabeza
5. pezón (aréola)
6. nariz
7. tórax

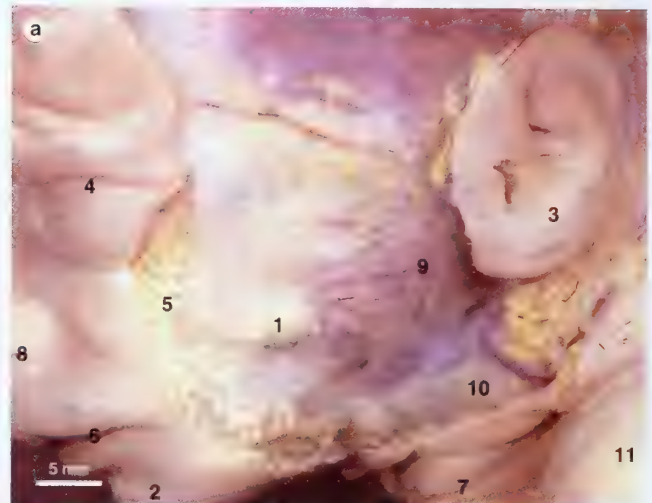
# Depósitos de grasa

Alrededor de la 27.<sup>a</sup> semana comienza el almacenamiento de grasa subcutánea y el cuerpo se torna rechoncho. Pueden distinguirse dos tipos de grasa según su color: blanca (amarilla) y parda. El tejido adiposo pardo se forma en las semanas 17-20 y es importante en el metabolismo y en la producción de calor. Está presente en la raíz del cuello, en el área perirrenal, detrás del esternón, alrededor de los órganos torácicos y en la pared posterior del abdomen.

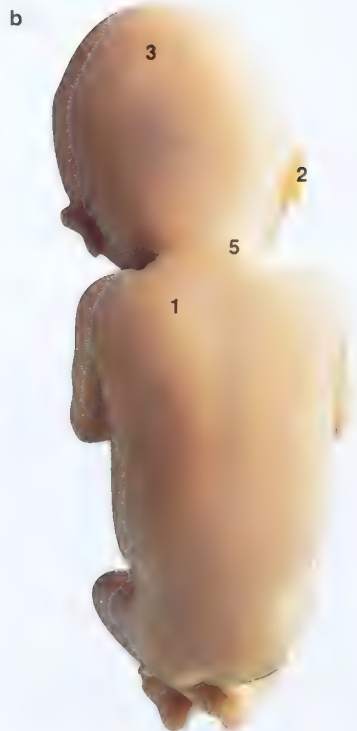
- Un feto nacido prematuramente en las semanas 25-26 parece viejo y arrugado debido a la falta de grasa subcutánea y al hecho de que la piel crece más rápidamente que el tejido conectivo subyacente.
- La grasa se acumula también en las mejillas formando los «cuerpos adiposos de la boca» («bolas adiposas de Bichat»), que cubren a los músculos buccinadores, los cuales evitan que las mejillas se hundan durante la succión.
- En el nacimiento, la temperatura neonatal es la misma o ligeramente mayor que la de la madre, pero pronto desciende por debajo de ésta.

1. cuerpo adiposo de la boca
2. mentón
3. oreja
4. ojo
5. grasa
6. boca
7. cuello
8. nariz
9. glándula parótida
10. músculo cutáneo del cuello (cortado)
11. hombro

**252a-252c.** Depósitos de grasa blanca (amarilla)



**252a.** Semana 18. Cuerpo adiposo de la boca. 152 mm de longitud CR ♂.



**252b y 252c.** Distribución de la grasa blanca (amarilla) en el cuello, hombros y espalda

**252b.** Semana 17. 110 mm de longitud CR.

**252c.** Semana 18. 152 mm de longitud CR ♂.

1. grasa depositada en forma de cuerpo adiposo
2. oreja
3. cabeza
4. borde medial de la escápula
5. cuello
6. piel rechazada
7. línea nual superior
8. músculo trapecio
9. grasa blanca



# Linfáticos

Hacia el final de la 5.<sup>a</sup> semana se desarrolla el sistema linfático. Aparecen dos pares de sacos linfáticos: los sacos yugulares y los sacos ilíacos. También se forman dos sacos impares: el saco retroperitoneal y la cisterna del quilo (cisterna de Pecquet). Los vasos linfáticos crecen desde los sacos y se extienden por todo el cuerpo. Se juntan unos con otros para formar una red y también se conectan con el sistema venoso. Durante el período fetal temprano, los sacos linfáticos (excepto parte de la cisterna de Pecquet) se transforman en ganglios linfáticos.

## PULMÓN

Los sacos son invadidos por el mesoderma circundante y forman la red de tejido conectivo y la cápsula de los ganglios linfáticos. Los linfocitos procedentes del timo los invaden. Más tarde algunos linfocitos se forman a partir del mesoderma de los ganglios.

- Los nódulos linfáticos y los centros germinativos aparecen pronto después del nacimiento.
- Durante las primeras horas después del nacimiento la circulación linfática pulmonar es rápida.

## AMÍGDALAS

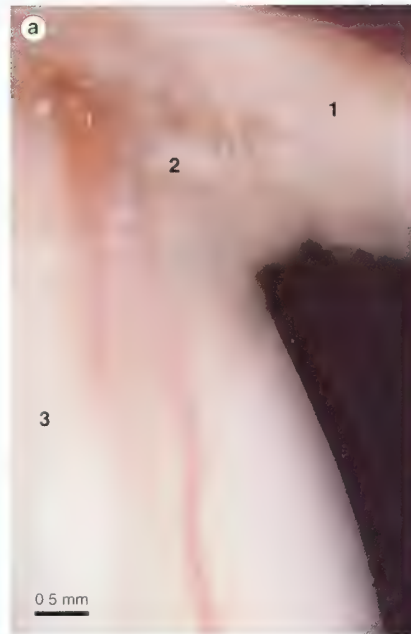
Las amígdalas linguales se forman a partir de los nódulos linfáticos de la raíz de la lengua, las amígdalas palatinas proceden de la segunda bolsa branquial, las amígdalas tubáricas se originan en los nódulos linfáticos que circundan las trompas auditivas (Eustaquio) y las amígdalas faríngeas (adenoides) derivan de los nódulos linfáticos de la nasofaringe.

- La amígdala faríngea alcanza su tamaño máximo a la edad de 6 años y habitualmente involuciona en la pubertad.
- La amígdala palatina se atrofia entre los 5 años y la pubertad.

## BAZO

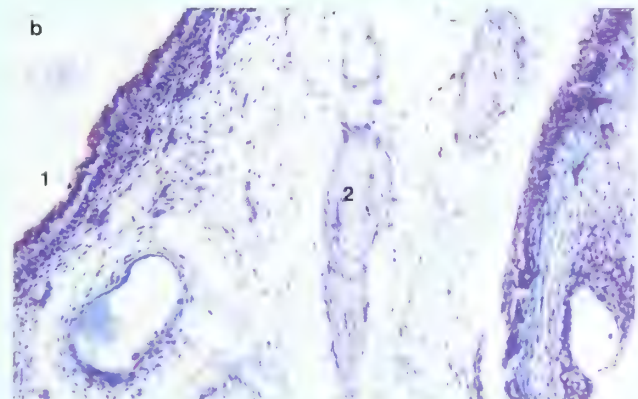
Véase la página 126.

**253a y 253b.** Ganglios linfáticos en desarrollo.



**253a.** Semana 9. Ganglios axilares en desarrollo vistos desde la superficie ventral. 50 mm de longitud CR ♀.

1. miembro superior
2. ganglio linfático
3. torax



**253b.** Estadio 22 (día 54). Un ganglio linfático del cuello en desarrollo. 25 mm de longitud CR.

1. bronquio
2. ganglio linfático



## Crecimiento del útero grávido

El feto o la gestante está situado en la pelvis.

Durante la gestación, el útero se expande debido a la hipertrofia de las fibras musculares existentes y a la adición de otras nuevas. En el primer trimestre el útero alcanza el ombligo y hacia las semanas 28-30 llega hasta la región epigástrica.



1. abdomen
2. miembro superior
3. cuello (materno)
4. cabeza
5. miembro inferior
6. ovano (materno)
7. útero (materno)

# Parto



El parto se divide en tres periodos, el primero de los cuales se extiende desde el comienzo del trabajo del parto hasta que hay una dilatación completa en el cuello uterino. Al principio de este primer periodo se produce una «pérdida» de moco teñido de sangre, y entonces el amnios y el corion forman una cuña conocida como «bolsa de las aguas» que dilata el orificio interno. Cuando el orificio interno se dilata, el cuello se acorta o se «bota» en el segmento uterino inferior. Más tarde en este periodo, la cuña del amnios y del corion se rompe y se escapa el líquido amniótico situado por delante de la cabeza fetal que avanza (rotura de las aguas). Hay contracciones uterinas regulares con una frecuencia menor a los 10 min y el cuello uterino se dilata completamente. El primer periodo dura unas 10-12 h en las primíparas y unas 7 h o menos en las multíparas.

El segundo periodo del parto comienza cuando el cuello está completamente dilatado y finaliza con la expulsión del feto. Este periodo dura unos 30-90 min en las primíparas y unos 20 min o menos en las multíparas. Cuando el líquido amniótico se ha perdido, las contracciones uterinas pueden actuar directamente sobre el feto forzándolo a descender en el canal del parto hacia la vagina. Si la cabeza se presenta de vértice, se suceden los siguientes movimientos: encajamiento, cuando la cabeza pasa el estrecho pelviano; descenso, flexión de la cabeza sobre el cuerpo, apoyando el mentón contra el tórax; rotación interna, movimiento espinoideo que comienza cuando la cabeza alcanza el suelo de la pelvis y continúa durante su descenso hasta que completa su rotación, con el occipucio girando habitualmente hacia delante; extensión de la cabeza cuando sale del canal del parto; flexión de la cabeza después que la cara y el mentón superan el periné; y, por último, cuando la cabeza ya ha salido, el tronco descende a la pelvis, los hombros giran en el diámetro anteroposterior del orificio de salida, y el tronco y los miembros inferiores salen rápidamente. Entonces se desprende el restante líquido amniótico.

El tercer periodo del parto, que dura unos 5-25 min se inicia con el nacimiento del bebé y termina con la expulsión de la placenta y de las membranas. Como el útero continúa contrayéndose y retrayéndose, la placenta se separa de la pared uterina, va saliendo el cordón umbilical y se expulsan la placenta y las membranas. Durante el periodo de recuperación, que algunos refieren como cuarto periodo del parto, las arterias espirales se contraen con las ulteriores contracciones del miometrio.

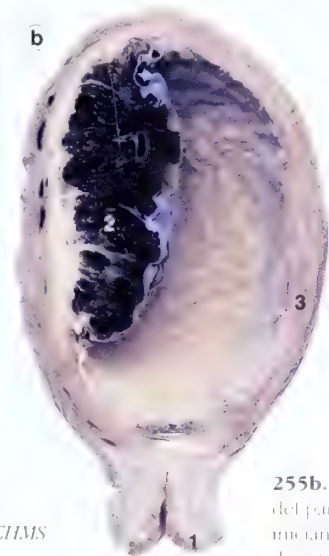
1. abdomen
2. miembro superior
3. espalda
4. nalga
5. cuello (materno)
6. cabeza
7. miembro inferior
8. placenta
9. cordón umbilical
10. útero (materno)

10 mm

255a cortesía de la CCHMS

**255a.** Segundo periodo del parto, con el cuello dilatado y el occipucio debajo de la sínfisis púbica

255b cortesía de la CCHMS



1. cuello
2. placenta
3. útero

**255b.** Tercer periodo del parto, con la placenta iniciando su desprendimiento de la pared uterina

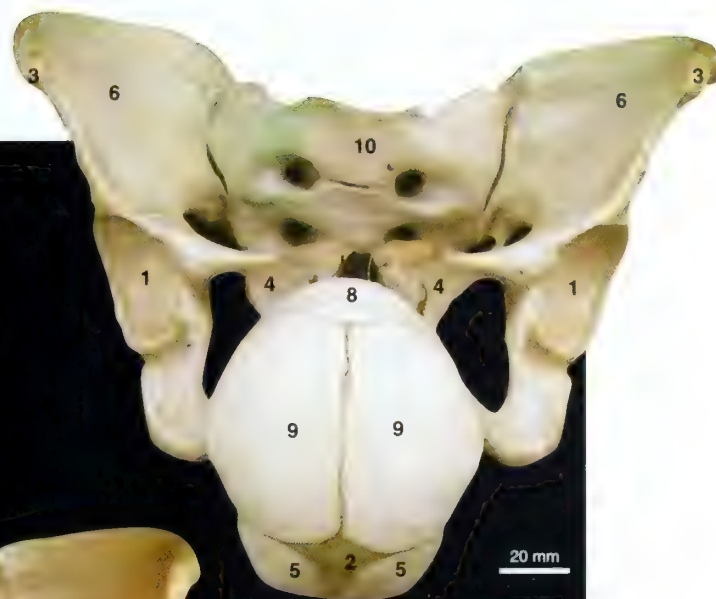






**256d.** Expulsión  
y extensión  
de la cabeza

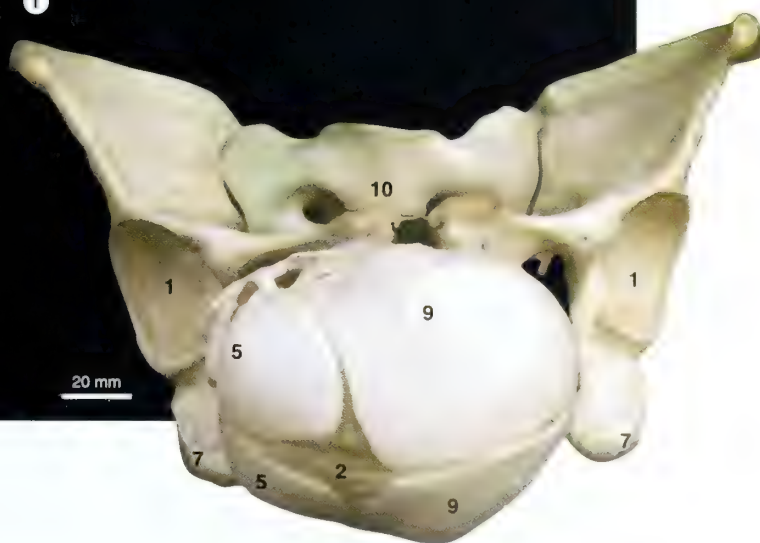
d



**256e.** La cabeza gira hasta una posición no forzada en relación a los hombros (restitución).

**256f.** Rotación externa de la cabeza

f



1. acetábulo
2. fontanela anterior (fetal)
3. espina iliaca anterosuperior
4. cuerpo del pubis
5. frontal (fetal)
6. fosa iliaca
7. tuberosidad del isquion
8. occipital (fetal)
9. parietal (fetal)
10. sacro

# Glosario

- Abducción** Movimiento de separación de la línea media del cuerpo.
- Aborto** Interrupción del embarazo antes de que el feto sea viable (20 semanas). Los abortos espontáneos (naturales) ocurren por lo general en las primeras 12 semanas. Los abortos terapéuticos son aquellos que se inducen con un fin determinado.
- Aducción** Movimiento de aproximación hacia la línea media.
- Alantoides** Divertículo endodérmico del saco vitelino.
- Amnios** La membrana más interna que rodea al embrión o al feto. También forma la cubierta epitelial del cordón umbilical.
- Anencefalia** Defecto del desarrollo del encéfalo y ausencia de la bóveda craneal.
- Arco bioideo** Segundo arco branquial.
- Arco mandibular** Primer arco branquial.
- Arcos branquiales** Arcos en las paredes de la región cervical y en el suelo de la faringe.
- Arvamiento** Movimientos fetales.
- Blastocisto** Embrión primitivo formado por una esfera de células del trofoblasto y del embrioblasto.
- Bolsa de Rathke** Evaginación del estomodeo que forma los lóbulos anterior y medio de la hipófisis.
- Bolsas faríngeas** Depresiones del endodermo faríngeo que marcan los límites de los arcos branquiales.
- Borde postaxial** Borde de un miembro situado detrás de su eje.
- Borde preaxial** Borde de un miembro situado delante de su eje.
- Caperuza metanéfrica** Células mesonéfricas que se agrupan alrededor del brote ureteral y forman las nefronas.
- Caudal** Hacia la cola, inferior.
- Celoma extraembrionario** Área externa al embrión en la que se forma la cavidad coriónica.
- Celoma intraembrionario** Espacios intraembrionarios de los que derivan las cavidades pericardiaca, pleural y peritoneal.
- Células germinativas primordiales** Precursoras del ovocito o del espermatozoide.
- Cloaca** La parte terminal dilatada del intestino posterior, caudal al divertículo alantoides.
- Cofia** Saco amniótico sin romper que rodea al recién nacido.
- Conducto arterioso** Vaso sanguíneo que comunica la arteria pulmonar izquierda con el cayado de la aorta.
- Conducto mesonéfrico** Conducto del mesonefros que forma el conducto deferente del varón.
- Conducto paramesonéfrico** Conducto adyacente al mesonefros. Forma el útero y las trompas uterinas.
- Conducto venoso** Vaso sanguíneo que comunica la vena umbilical izquierda con la vena cava inferior.
- Cordón umbilical** Cordón que conecta el feto y la placenta.
- Corion** Asociación de trofoblasto y mesodermo extraembrionario subyacente.
- Corona radiante** Células que rodean al óvulo después de la ovulación.
- Cotiledón** Una unidad de la placenta.
- Craneal** Hacia la cabeza, superior, cefálico.
- Cresta ectodérmica apical** Engrosamiento del ectodermo en el extremo distal del esbozo de un miembro.
- Cresta neural** Grupo de células dorsales del tubo neural que forman la mayoría del sistema nervioso periférico, células pigmentarias, meninges y varios tejidos más.
- Cuello uterino** Cuello del útero.
- Cuerpos polares** Células diminutas separadas del ovocito durante la división meiótica de éste.
- Decidua** El endometrio de la gestación.
- Decidua basal** Capa de endometrio subyacente al embrión implantado.
- Decidua capsular** Capa de endometrio que cubre al embrión implantado.
- Decidua parietal** Parte de la decidua que no es ni decidua basal ni decidua capsular.
- Dermomiotoma** Parte del somita que forma la dermis de la piel y el músculo esquelético.
- Diámetro biparietal** Medida de la distancia entre los dos parietales.
- Diencefalo** Parte del prosencéfalo que forma el epítalamo, tálamo e hipotálamo.
- Diferenciación** Especialización de una célula o grupo de células.
- Disco embrionario** Embrión primitivo compuesto de dos o tres hojas germinativas antes de la formación de los pliegues del cuerpo.
- Divertículo hepático** Primordio del hígado y de las vías biliares.
- Dorsal** Relativo a la espalda.
- Ectodermo** Hoja germinativa que forma el sistema nervioso y la epidermis de la piel.
- Edad posfecundación** Edad del embrión o del feto basada en la fecha cierta de fertilización del ovocito por el espermatozoide (véase *Edad verdadera*). La gestación es un período de 38 semanas.
- Edad posmenstrual** Dos semanas más que la edad verdadera (posfecundación). La gestación es un período de 40 semanas.
- Edad verdadera** Tiempo transcurrido desde la fecundación. La gestación es de 38 semanas.
- Embrión** Óvulo fertilizado hasta el final de la semana 8.
- Embrión bilaminar** Embrión primitivo formado por epiblasto e hipoblasto, antes de la aparición del mesodermo.
- Eminencias labioscrotales** Dos pliegues que forman el escroto en el varón o los labios mayores en la mujer.
- Endodermo** Hoja germinativa que forma el intestino y sus derivados.
- Endometrio** Capa interna del útero.
- Esbozo del miembro inferior** Primordio del miembro inferior.
- Esbozo del miembro superior** Primordio del miembro superior.
- Esclerotoma** Parte del somita que forma la columna vertebral.
- Espermatozoide** Célula germinativa masculina.
- Espina bifida** Defecto de los arcos vertebrales por donde la médula espinal y sus meninges pueden o no protruir.
- Esplacnopleura** Mesodermo esplácnico y el endodermo subyacente relacionado.
- Estadios Carnegie** Una serie de estadios del desarrollo del embrión humano, obra de R. O'Rahilly y F. Müller.
- Estomodeo** Depresión revestida de ectodermo en el lugar de la boca primitiva.
- Falo** Precursor del clitoris o del pene.
- Feto** El embrión desde el comienzo de la semana 9 hasta el nacimiento.
- Flexión** El embrión se curva para adoptar la forma de «C».
- Fosa anal** La depresión externa que indica la localización de la membrana anal. Véase también *Proctodeo*.
- Gelatina de Warton** Matriz del cordón umbilical.
- Grávida** Gestante.

**Gubernaculum** Tejido fibroso unido al extremo interior de la gonada y que, en el varón, está implicado en el descenso testicular.

**Hendiduras branquiales** Depresiones del ectodermo en las zonas de separación entre los arcos branquiales.

**Hojas germinativas** Tres capas a partir de la que se desarrollan todos los tejidos del cuerpo: ectodermo, mesodermo y endodermo.

**Horizontes** Serie de estadios de desarrollo en embriones tempranos, obra de G. L. Streeter.

**Implantación** Fijación del cigoto en el endometrio materno.

**Intestino anterior** Segmento del intestino comprendido entre la membrana oral y el punto de desembocadura del colédoco.

**Intestino medio** Segmento del intestino comprendido entre la desembocadura del colédoco y la parte distal del colon transversal.

**Intestino posterior** Intestino comprendido entre la parte distal del colon transversal y la parte superior del conducto anal.

**Islotes sanguíneos** Arcas hemopoyéticas (formadoras de sangre) del saco vitelino.

**Laguna** Pequeño espacio.

**Lámina dental** Precursora del órgano del esmalte.

**Lanugo** Primer pelo fino del cuerpo, que cae sobre todo antes del nacimiento.

**Línea primitiva** Engrosamiento del ectodermo en el embrión trilaminar que señala la futura posición de la notocorda y del eje del cuerpo.

**Líquido amniótico** Líquido que llena la cavidad amniótica y que actúa como un amortiguador para el embrión o el feto ante agresiones externas y le permite moverse libremente.

**Liquor amnii** Líquido amniótico.

**Longitud coronilla-rabadilla** Medida en línea recta de la altura en posición sentada de un embrión o de un feto.

**Longitud coronilla-talón** Medida en línea recta de la altura en posición de pie de un embrión avanzado o de un feto.

**Malogro** Interrupción de la gestación antes del término (véase Aborto).

**Meconio** Contenido intestinal, de color verdoso, del feto avanzado y del neonato.

**Medial** Hacia la línea media.

**Membrana anal** Una membrana formada a partir de la membrana cloacal.

**Membrana bucofaringea** Membrana oral cuya rotura hacia el día 24 permite la comunicación entre la boca y la cavidad amniótica.

**Membrana cloacal** Área caudal a la línea primitiva donde el ectodermo y el endodermo están en contacto. Más tarde (semana 6), esta membrana se divide en las membranas anal y urogenital.

**Membrana oral** Véase *Membrana bucofaringea*.

**Membrana pupilar** Mesodermo anterior al cristalino en desarrollo cuyo centro degenera normalmente antes del nacimiento.

**Membrana urogenital** Membrana formada por una parte de la membrana cloacal.

**Membranas fetales** El amnios, el corion, la alantoides y los restos del saco vitelino.

**Mesencéfalo** Cerebro medio.

**Mesodermo** Hoja germinativa de la que se originan músculos, tejido conectivo y otros tejidos embrionarios (véase *Mesodermo extraembrionario*).

**Mesodermo extraembrionario** Mesodermo externo al embrión que forma el tejido conectivo del corion, de los vasos del cordón umbilical y de la placenta.

**Mesodermo intraembrionario** Mesodermo del embrión.

**Mesodermo paraxial** Mesodermo que se divide en bloques o somitas.

**Mesonefros** Riñón temporal que es reemplazado por el riñón metanefrico.

**Metanefros** Riñón permanente.

**Metencéfalo** Parte del rombencéfalo en donde se forman la protuberancia anular y el cerebelo.

**Mielencéfalo** Parte del rombencéfalo en donde se forma el bulbo raquídeo.

**Mórula** Esfera sólida de células embrionarias que precede la formación del blastocisto.

**Multigrávida** Mujer embarazada con antecedentes de otras gestaciones.

**Neuroporo** Cada uno de los extremos abiertos del tubo neural que se cierran más tarde durante el desarrollo.

**Nódulo (nodo) primitivo** Ensanchamiento del extremo anterior de la línea primitiva.

**Notocorda** Eje embrionario en forma de cordón, alrededor del cual se disponen los órganos.

**Nudo verdadero** Nudo del cordón umbilical.

**Ombigo** Localización del cordón umbilical en la pared del cuerpo.

**Órgano del esmalte** Precursor del esmalte dental.

**Otocisto** Precursor del oído interno.

**Orocito** Célula germinativa femenina.

**Paladar primario** Proceso medio del paladar.

**Paladar secundario** Formado por la fusión de dos procesos palatinos laterales.

**Pedículo corporal** Pedículo de conexión entre el embrión primitivo y el corion (pedículo de conexión o umbilical).

**Pedículo de conexión** Pedículo corporal o umbilical del embrión primitivo.

**Pedículo umbilical** Pedículo de conexión del embrión primitivo con el corion (pedículo corporal o pedículo de conexión).

**Placa alar** Porción dorsal del tubo neural.

**Placa basal** Porción ventral del tubo neural.

**Placa coriónica** Parte fetal de la placenta formada por el corion que contiene las principales ramas de los vasos umbilicales.

**Placa de la mano (paleta)** Primordio de la mano.

**Placenta** Órgano situado entre el feto y la madre para el intercambio gaseoso y metabólico.

**Placenta previa** Placenta implantada cerca del orificio interno del cuello uterino que cubre parcial o completamente la abertura cervical.

**Placoda del cristalino** Precursora del cristalino.

**Placoda ótica** Precursora del otocisto.

**Plano de sección coronal** Sección vertical del embrión o feto perpendicular al plano medio.

**Plano de sección longitudinal** Sección vertical de un embrión o feto a través del plano medio o paralelo a él (sagital).

**Plano de sección medio** Sección vertical que pasa a través de la mitad del embrión o del feto y alcanza las superficies ventral y dorsal.

**Plano de sección sagital** Sección vertical del embrión o feto paralelo al plano medio.

**Plano de sección transversal** Sección horizontal del embrión o feto.

**Pliegue cefálico** Pliegue del disco embrionario que forma la región de la cabeza.

**Pliegue cervical** El segundo pliegue que aparece en el encéfalo.

**Pliegue de la cola** Pliegue caudal del cuerpo que señala el extremo caudal del embrión.

**Pliegue mesencefálico** Primer pliegue del encéfalo.

**Pliegue pontino** Tercer pliegue en aparecer en el encéfalo.

**Pliegues neurales** Dos pliegues que se fusionan para formar el tubo neural.

**Pliegues urogenitales** Prominencias externas en ambos lados de la membrana cloacal que forman el surco uretral en el varón y los labios menores en la mujer.



*Presentación de vértice* Cuando la coronilla de la cabeza se presenta primero en el parto.

*Primigrávida* Mujer en su primer embarazo.

*Primordio* El primer estadio de una estructura u órgano.

*Proceso (prominencia) mandibular* Parte del primer arco que forma la mandíbula.

*Proceso (prominencia) maxilar* Parte del primer arco que forma el maxilar, el hueso zigomático (malar) y la escama del temporal.

*Proctodeo* Fosa o depresión anal.

*Prominencia cardíaca* Abombamiento de la región torácica.

*Pronefros* Rudimentario riñón primitivo.

*Prosencéfalo* Cerebro anterior.

*Rayos digitales* Precursores mesodérmicos de los dedos.

*Rombencéfalo* Cerebro posterior en forma de diamante.

*Rostral* Posición de las estructuras relativa con la nariz.

*Rotura de las aguas* Expulsión al exterior del líquido amniótico situado delante de la cabeza, que ocurre durante el primer período del parto cuando el amnios y el corion se rompen.

*Saco coriónico* Contiene tanto el embrión como el líquido amniótico y el saco vitelino. Está rodeado por el corion.

*Saco vitelino* Saco rodeado de endodermo en el embrión primitivo.

*Secundinas* En el parto, expulsión tras el feto de la placenta, el amnios y el corion.

*Seno urogenital* Parte procedente de la división de la cloaca.

*Seno venoso* Zona de los vasos sanguíneos donde las venas vitelinas, umbilicales y cardinales convergen.

*Septum transversum* Tabique mesodérmico que contribuye a formar el diafragma.

*Somatopleura* Mesodermo somático y el ectodermo suprayacente relacionado.

*Somitas* Bloques segmentados del mesodermo paraxial.

*Sulcus limitans* Surco que separa las placas alar y basal.

*Tabique uorrectal* Tabique que divide la cloaca en el seno urogenital, por una parte, y en el recto y conducto anal, por la otra.

*Telencéfalo* Las dos vesículas cerebrales.

*Trimestre* Cada uno de los tres períodos en que se dividen los 9 meses de la gestación calendario.

*Trofoblasto* Capa celular del blastocisto que erosiona la mucosa uterina y forma parte de la placenta.

*Tronco arterioso* Región del tracto de salida del corazón conectada con el saco aórtico.

*Tubérculo auricular* Cada una de las seis prominencias situadas alrededor del borde de la primera hendidura branquial que son el origen del pabellón auricular.

*Tubérculo genital* Primordio del falo.

*Tubérculo impar* Esbozo medio de la lengua.

*Tubo neural* Precursor del sistema nervioso central.

*Ultrasonidos* Vibraciones sonoras de alta frecuencia que pasan a través de los tejidos y ofrecen una imagen visual de la localización y el tamaño de las partes del cuerpo.

*Útero* Matriz.

*Ventral* Relativo al abdomen.

*Vernix caseosa* Secreción grasa de material sebáceo y células descamadas que cubre la piel del feto.

*Zigoto* Ovocito fecundado por un espermatozoide.

*Zona pelúcida* Capa entre el óvulo y la corona radiante.

# Bibliografía recomendada

- Arey, L.B. (1974) *Developmental Anatomy: A Textbook and Laboratory Manual of Embryology*. Revised 7th edition. Philadelphia, W.B. Saunders.
- Boyd, J.D. & Hamilton, W.J. (1970) *The Human Placenta*. Cambridge, W. Heffer & Sons.
- Crelin, E.S. (1973) *Functional Anatomy of the Newborn*. New Haven, Yale University Press.
- Drews, U. (1995) *Color Atlas of Embryology*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- England, M.A. (1989) *Picture Tests in Embryology*. London, Wolfe Medical Publications.
- FitzGerald, M.J.T. & FitzGerald, M. (1994) *Human Embryology*. London, Bailliere Tindall.
- Hamilton, W.J., Boyd, J.D. & Mossman, H.W. (1972) *Human Embryology*. 4th edition. Basingstoke, Macmillan Press.
- Hinrichsen, K.V. (1990) *Human embryologie. Lehrbuch und Atlas der vorgeburtlichen Entwicklung des Menschen*. Berlin, Springer.
- Jirasek, J.E. (1983) *Atlas of Human Prenatal Morphogenesis*. The Hague, Martin Nijhoff.
- Larsen, W.J. (1993) *Human Embryology*. London, Churchill Livingstone.
- McLachlan, J. (1994) *Medical Embryology*. Wokingham, Addison-Wesley.
- Matsumura, G. & England, M.A. (1992) *Embryology Colouring Book*. London, Wolfe.
- Moore, K.L. & Persaud, T.V.N. (1993) *The Developing Human Clinically Oriented Embryology*. 5th edition. Philadelphia, W.B. Saunders.
- Nishimura, H. (1983) *Atlas of Human Prenatal Histology*. Tokyo, Igaku-Shoin.
- O'Rahilly, R. & Müller, F. (1987) *Developmental Stages in Human Embryos*. Carnegie Institution of Washington Publication 657.
- O'Rahilly, R. & Müller, F. (1992) *Human Embryology and Teratology*. New York, Wiley-Liss.
- Patten, B.M. (1976) *Human Embryology*. Re-edition. Maidenhead, McGraw Hill.
- Sadler, T.W. (1995) *Langman's Medical Embryology*. 7th edition. London, Williams and Wilkins.
- Williams, P.L. (1995) *Gray's Anatomy*. 38th edition. London, Churchill Livingstone.

# Índice de materias

## A

- Abdomen, 102-103, 124-170
  - circunferencia, semana 16, 22
  - ecografía, semana 17, 24
  - pared, 124
- Abducción, definición, 1
- Acueducto cerebral, 58
- Adenohipofisis, 66
- Adrenalina; *véase* Epinefrina
- Aducción, definición, 1
- Agnesia renal, 147
- Agujero epiploico, 126
  - estilomastoideo, 91
  - Magendie, 60
  - oval, corazón, 106, 109
- Alantoides, 32, 41, 141, 157
- Alizarina roja, tinción, 194-199
- Almohadilla auriculoventricular, 106, 108
- Alvéolo, 117, 120
- Amelia, 179
- Amígdalas linguales, 213
  - palatinas, 95, 213
  - tubáricas, 213
- Amniocentesis, 38
  - ecografía Doppler-color, contenido amniótico, 30
- Amnios, 31, 38
  - fallo rotura, 38
  - gestaciones múltiples, 44
- Andrógenos, 155
- Angioblastos, 110
- Ángulo hepático, 135
- Anillo oval, 109
- Anomalías, detección ecografía, 22
- Antro mastoideo, 93, 95
  - timpánico, 93, 95
- Aorta, 104, 110-111
- Apéndice epiploico, 141, 143
  - vermiforme, 135, 143-144
- Apófisis estiloides, 191
  - mastoides, 91, 93, 191
  - xifoide, 187
- Arbol bronquial, 117, 120
- Arco branquial, 5, 95
  - - derivados arteriales, 110
  - - - cartilaginosos, 190
  - - nervios, 95
    - primero (arco mandibular), 80, 94, 95
    - segundo (arco hioideo), 94, 95
  - faríngeo; *véase* Arco branquial
  - hioideo; *véase* Arco branquial, segundo
  - mandibular; *véase* Arco branquial, primero
  - vertebral, 184
- Arterias, 110, 112-115
  - carótidas, 110
  - hialoideas, 67
  - ilíacas, comunes, 110, 147
  - - internas, 46
    - intercostales, 110
    - lumbares, 110, 111, 121
  - mesentéricas inferiores, 40, 110, 141
  - - superiores, 40, 110, 135

- Arterias renales, 147
  - subclavias derechas, 110
  - umbilicales, 41, 46, 47, 50, 109, 110
  - vertebrales, 110
  - vesicales superiores, 46
  - vitelinas, 110
- Articulaciones, 186
- Asa bulboventricular, 104
- Aurícula, 106-107
  - primitiva, 104
  - tabicación, 106
- Avivamiento, 13, 206

## B

- Bazo, 126-128
  - accesorio, 126
- Bilis, 9, 131
- Blastocisto, 4, 31, 32
- Blastómeros, 5, 31
- Boca, 80, 81
  - embrionaria, 34
- Bolsa faríngea, 95, 98
  - Rathke, 66
- Botones gustativos, 87
- Bronquios, 117
- Brote mesonéfrico, 147
- Bulbo cardíaco, 104
  - - división, 108
  - raquídeo, 60, 61

## C

- Cabello, 19
- Cabeza, circunferencia, 27
  - diámetro biparietal, 21, 27
  - ecografía, semana 17, 23
  - período embrionario, 7, 8
  - semanas 9-12, 9
  - - 13-16, 11
- Cadera, luxación congénita, 179
- Calcitonina, 98
- Cara, 72-73
  - ecografía, semana 17, 23
  - neonatal, 191
  - nervio trigémino, 77
  - perfil, 78-79
- Cartilago articular, 186
  - costal, 188
  - cráneo, 190
  - Meckel, 80, 93, 190
  - Reichert, 93, 190
- Caudal, definición, 1
- Cavidad amniótica, 31, 38
  - - formación, 38
  - coriónica, 31
  - craneal, 55
  - - neonato, 63
  - oral, 75, 80
  - pericardiaca embrionaria, 34
  - peritoneal embrionaria, 34
  - pleural embrionaria, 34
  - timpánica, 93, 95



Cefálico, definición, 1  
 Cejas, 14, 15, 19, 209  
 Celoma, 34  
 – división, 34  
 – extraembrionario, 31  
 Células Hofbauer, 42  
 – Kupffer, 131  
 Centros osificación, 194-199  
 Cerebelo, 60, 61, 62  
 – ecografía, semana 16, 21  
 Ciego, 135, 143, 144  
 Circulación, cambios nacimiento, 109  
 – fetal, 104, 109  
 – sanguínea, valoración ecográfica, 22, 29-30  
 Cisura coroidea, 52  
 Citotrofoblasto, 31, 36  
 Clitoris, 162  
 Cloaca, 141  
 Coanas, 74  
 Cóccix, 189  
 Cóclea, 93  
 Codo, 173, 174, 175, 177  
 Cola, 171-172  
 – período embrionario, 6, 7  
 Coloide, 98  
 Colon, 141  
 – ascendente, 135  
 Columna vertebral, 193  
 – ecografía, semana 17, 23  
 Comisura anterior, 52  
 – *forix*, 52  
 – hipocampo, 52  
 Condrocitos, 183  
 Condroclastos, 183  
 Conducto anal, 141, 145, 146, 157  
 – arterioso, 109, 110  
 – auditivo externo, 91-92  
 – auriculoventricular, división, 106  
 – coclear, 93  
 – deferente, 157, 169  
 – endolinfático, 93  
 – eyaculador, 169  
 – mesonéfrico, 147, 157, 166, 169  
 – Müller; *véase* Conducto paramesonéfrico  
 – nasolagimal, 68, 74  
 – neuroentérico, 4  
 – notocordal, 4, 32  
 – paramesonéfrico, 166, 167, 169  
 – pericardioperitoneal, 34  
 – semicircular, 93  
 – seminal, 166  
 – tirogloso, 98  
 – utrículo sacular, 93  
 – venoso, 109, 116  
 – vitelino, 116  
 – Wolff; *véase* Conducto mesonéfrico  
 Corazón, 104-109  
 – aurículas, 106-107  
 – cavidades, ecografía, 25  
 – circulación sanguínea, ecografía Doppler color, 29  
 – – – superficie externa, 105, 108  
 – contracción, 104, 110  
 – fusión, 5  
 – imagen ecográfica, semana 18, 25  
 – latido, detección ecográfica, 22  
 – musculatura, 206  
 – período embrionario, 6, 7, 8  
 – *septum*, 106, 107, 108

Corazón tubos cardíacos, 104, 110  
 – válvulas, 108  
 – ventrículos, 108  
 Cordón epitelial celómico, estadio indiferente, 166, 167  
 – – varón, 169  
 – nefrogénico, 147  
 – seminífero, 169  
 – sexual; *véase* Cordón epitelial celómico  
 – testicular, 169  
 – umbilical, 46-50  
 – – circulación sanguínea, ecografía Doppler color, 29  
 – – hernia intestino medio, 135, 136-138  
 Corion, 31, 36-37  
 – frondoso, 36  
 – gestaciones múltiples, 44  
 – leve, 36  
 Córnea, 67, 69  
 Coroides, 67, 69  
 Corpúsculos Hassall, 100  
 Corteza cerebral, 52  
 Costillas, 188  
 Craneal, definición, 1  
 Cráneo, 190  
 – neonatal, 184, 191-192  
 Cresta mesonéfrica, 147  
 – terminal, 106  
 Cristalino, 67, 69  
*Crus commune*, 93  
 Cuello, 9, 96-97  
 Cuerda tendinosa, 108  
 – tímpano, nervio, 93  
 Cuerpo caloso, 52  
 – estriado, 52  
 – perineal, 141  
 – ultimobranquial, 95, 98  
 Cúpula óptica, 6, 51, 67, 69

## D

Decidua basal, 36  
 – capsular, 36, 38  
 – parietal, 36, 38  
 Dedos mano, 7, 8, 173, 176, 177-178  
 – – huesos, 185  
 – – succión, 206  
 – pie, 8, 174, 180-182  
 Detección después nacimiento, 141  
 Dentina, 82-83  
 Dermis, 207  
 Dermiomiotoma, 33  
 Desarrollo, estadios; *véase* Estadios desarrollo  
 Diafragma, 122-123  
 Diencéfalo, 51, 52  
 Dientes, 82-83, 191  
 Disco epifisario, 183  
 – intervertebral, 193  
 Divertículo cecal, 135, 143  
 – hepático, 131  
 – laringotraqueal, 117  
 – Meckel, 135, 140  
 – respiratorio, 117  
 Dorsal, definición, 1  
*Ductus reuniens*, 93  
 Duodeno, 135  
 Duramadre, 64, 70

## E

Ecografía, 21-30  
 – desarrollo fetal, 21-27

Ecografía Doppler color, 22, 28-30  
 – estimación edad gestacional, 21  
 – gemelos, 27-28  
   transabdominal, 21  
   transvaginal, 21  
 Ectodermo, 31, 32  
 – derivados, 35  
 Edad gestacional, 2-3, 16-17, 21  
 – – estimación, 2-3, 16-17, 21  
 – posmenstrual, 2  
 Embarazo ectópico, 42, 45  
 Embrioblasto, 31  
 Embrión bilaminar, 32  
 – útero, día 41, 7  
 Eminencias labioscrotales, mujer, 162  
 – período indiferente, 160, 161  
 – varón, 164  
 Encéfalo, 51-65; *véase también* Partes específicas encéfalo  
 – capas, 51  
 – cavidades, 51  
 – circulación sanguínea, 53  
 – desarrollo embrionario, 5, 6, 7, 8, 51  
 – ecografía, semana 16, 21  
 – mielinización, 20  
   pliegues, 51  
 – sección sagital, 62-63  
 – visto desde abajo, 57  
 Encía, 82  
 Endocardio, 104  
 Endodermo, 32  
 – derivados, 35  
 Enfermedad membrana hialina, 117  
 Epicardio, 104  
 Epidermis, 207  
 Epidídimo, 169  
 Epiglotis, 87-88, 89, 190  
 Epinefrina, 155  
 Epiplon mayor, 126, 127  
 Eponiquio, 173  
 Eritropoyesis, 126  
 Esbozos bronquiales, 117  
 – miembros inferiores, 6  
 – – superiores, 5, 6, 7, 173-174  
   pancreáticos, 129-130  
 – pulmonares, 34  
 Esclerótica, 67, 69  
 Esclerotoma, 33, 193  
 Esfenoides neonatal, 191  
 Esófago, 125  
 Espacio perilinfático, 93  
 – subaracnoideo, 64  
 Espermatozoide, 4  
 Espículas, 183  
 Esqueleto, 185-186  
 – fetal, 11, 200-203  
 – tinción alizarina roja, 194-199  
 Estadios desarrollo, período embrionario, 4-8  
 – – – fetal, 9-20  
 Esternón, 187  
 Estómago, 126, 127-128  
 Estomodeo, 75, 80  
 Estrato germinativo, 207  
 Estríbo, 93, 94  
 Estríol, precursores, 155

## F

Factor de coagulación, 131  
 Feto, 160, 161, 162, 164

Faringe, 95  
 Fascículo propio, 70  
 Fecha parto, predicción, 21  
 Fémur, ecografía, semana 29, 26  
 – medida longitud, 21, 26  
 Feto a término, 133  
 – *in utero*, semana 12, 48  
 – – – – 18, 14  
 – – – – 22, 15  
 – – – – 28, 19  
 – – – – 38, 20  
 Fibras Müller, 67  
 Fibrocartilago, 186  
 Fontanelas, 191  
*Foramen cecum*, 87, 98, 99  
 – *primum*, 106  
 – *secundum*, 106  
 Fosa anal; *véase* Proctodeo  
 – nasal, 74  
 – oval, 109  
 – tubotimpánica, 93, 95  
 Fosita primitiva, 32  
 – cristalina, 6  
 Frontal, neonatal, 191

## G

Ganglio coclear, 93  
 – linfático, 135  
 – vestibular, 93  
 Gelatina cardíaca, 104  
 – Wharton, 46  
 Gemelos, 44  
 – ecografías, 27-28  
 – membranas fetales, 44  
 – placenta, 44  
 Genitales externos, 9  
 – – mujer, 162-163  
 – – período indiferente, 160-161  
 – – varón, 164-165  
 – internos, mujer, 167-168  
 – – período indiferente, 166  
 – – varón, 169-170  
 – período embrionario, 6, 8  
 – semanas 8-12, 9  
 – varón/mujer, diferenciación, 9  
 Gestaciones múltiples, 44; *véase también* Gemelos  
 – – ecografías, 21, 27-28  
 – – membranas fetales, 44  
 – – placenta, 44  
 Glande, 164, 165  
 Glándulas adrenales; *véase* Glándulas suprarrenales  
 – Brunner, 135  
 – bulbouretrales, 170  
 – gástricas, 126  
 – genitales, 147  
 – lagrimales, 68  
 – Lieberkühn, 135  
 – mamas, 211  
 – parótidas, 90  
 – pineales, 52  
 – pituitarias; *véase* Hipófisis  
 – salivales, 90  
 – sebáceas, 13, 209  
 – sublinguales, 90  
 – submandibulares, 90  
 – sudoríparas, 211  
 – suprarrenales, 150, 155-156  
 Glomérulos, 147

Glucocorticoides, 155  
 Gonadotropinas, 66  
 Grasa, depósitos, 19, 20, 212  
 – formación, 12, 13  
*Gubernaculum*, 167-170

## H

Haustra, 141, 143  
 Haz His, 108  
 Hematopoyesis, 110  
 – bazo, 126  
 – hígado, 131  
 – médula ósea, 183, 194  
 Hemisferios cerebrales, 52-56  
 Hendidura branquial, 95  
 – palatina, 84  
 Hidratos carbono, reservas, 131  
 Hidrocefalia congénita, 60  
 Hígado, 131, 132-134  
 – circulación vasos sanguíneos, 116  
 – crecimiento preferente, 102  
 Himen, 163, 166, 167  
 Hipófisis, 66  
 Hipospadias, 157, 164  
 Hojas germinativas, derivados, 35  
 Hormona crecimiento, 66  
 – paratiroidea, 98  
 Hoz cerebro, 52, 59  
 Huesillos, 93, 94  
 Huesos, 183-186; *véase también* Nombre específico huesos

## I

Ileon, 135  
 Ilion, 189  
 Implantación, 4  
 – ectópica, 42, 45  
 – reacción decidual, 36  
 Inferior, definición, 1  
 Insulina, 129  
 Integumento, 207, 211  
 Intestino anterior, 95  
 – – embrionario, 40  
 – medio embrionario, 40  
 – – herniación, 9, 135, 136-138  
 – – rotación, 9, 135-140  
 – neonatal, 135  
 – período embrionario, 6, 8  
 – posterior, 141-142  
 – – embrionario, 40  
 – primitivo, 135  
 – vellosidades, 140  
 Iris, 67  
 Islotes Langerhans, 129  
 Isquion, 189

## L

Laberinto óseo, 93  
 Labio, 82, 83  
 – leporino, 74  
 – mayor, 162-163  
 – menor, 162-163  
 – *philtrum* (surco subnasal), 74  
 Lágrimas, 68  
 Lámina dental, 82  
 – labiogingival, 82  
 – precordal, 32  
 – terminal, 51  
 Lanugo, 11, 15, 20, 209, 210

Laringe, 87-89  
 Lateral, definición, 1  
 Latido cardíaco, primer, 206  
 Leche brujas, 211  
 Lengua, 84, 87, 88, 89, 95  
 Leptomeninges, 64  
 Ligamento arterioso, 109  
 – redondo, 46, 109, 116  
 – umbilical, 46, 109, 157  
 – venoso, 109, 116  
 Línea alba, 124  
 – primitiva, 4, 32  
 Linfáticos, 213  
 Linfocitos, producción, 126, 131  
 Líquido amniótico, 38  
 – cefalorraquídeo, 60, 64  
 – – deglución, 206  
 – – parto, 215  
 Longitud coronilla-rabadilla (CR), 2, 3  
 – – estadio, 19  
 – – período embrionario, 5-8  
 – – – fetal, 9-20  
 – – – preembrionario, 4  
 – – semana 23, 16-17  
 – coronilla-talón (CT), 2, 3  
 – pie, medida, 2

## M

Mama, 211  
 Mancha mongólica, 207  
 Mandíbula, 80-81, 190  
 – neonatal, 191  
 Mano, 173-178  
 – ecografía, semana 17, 24  
 – esqueleto, 185  
 – período embrionario, 6, 7, 8  
 Manto nucloepicardíaco, 104  
 Martillo, 93  
 Maxilar, 80-81  
 – esqueleto, 190  
 – neonatal, 191  
 Meconio, 131, 141  
 Medidas, coronilla-rabadilla, 2, 3, 16-17, 21, 28  
 – coronilla-talón, 2, 3  
 – diámetro biparietal, 21  
 – longitud fémur, 21  
 – – pie, 2  
 – volumen saco coriónico, 21  
 Médula espinal, 70  
 – – mielinización, 13  
 – – niveles, 70  
 – ósea, 183, 194  
 Mejillas, 82  
 Melanina, 207, 209  
 Melanocitos, 207, 209  
 Membrana anal, 141, 160  
 – bucofaringea, 80  
 – cloacal, 34, 141  
 – fetal, 10, 36-41  
 – – gestaciones múltiples, 44  
 – Heuser, 31, 40  
 – oral, lámina precordal, 34  
 – – precordal, 34  
 – orofaríngea, 80  
 – oronasal, 74  
 – pleuropericardiaca, 43  
 – pleuroperitoneal, 34  
 – sinovial, 186



## Membrana amniótica, 91

- urogenital, 141, 160

## Membranas

- Meromelia, 179

- Mesencéfalo, 54, 56, 58-59, 61

- circulación sanguínea, 53

- pliegue, 51

- Mesocardio dorsal, 104

- Mesocele, 58

- Mesodermo, 31

- derivados, 35

- esplácnico (esplacnopleural), 31, 34, 104, 117, 125, 131, 157, 206

- extraembrionario, 31

- intraembrionario, 32, 33

- paraxial, 33

- somático (somatopleural), 31, 34, 206, 207

- Mesogastrio dorsal, 126, 129

- ventral, 126

- Mesonefros, 147

- Mesorquio, 169

- Metencéfalo, 60

- Mielencéfalo, 60

- Mielinización, encéfalo, 20

- médula espinal, 13, 70

- nervio óptico, 68

- Miembros, 173-182

- anomalías congénitas, 179

- ecografía, 175

- huesos, 183, 185-186

- inervación, 173

- inferiores, desarrollo, rotación, 179-182

- - ecografía, semana 16, 21

- - esqueleto, 186

- - irrigación arterial, 115

- - movimientos, 206

- - proporciones relativas, 13

- - semana 14, 11

- - movimientos, 12, 174

- superiores, desarrollo, rotación, 173-175, 177

- - ecografía, semana 17, 23

- - esqueleto, 185

- - movimientos, 206

- - semana 14, 11

- vasos sanguíneos, 111

- Mioblastos, 206

- Miocardio, 104

- Miocele, 33

- Miotomas, 206

- Monte pubis, 162

- Mórula, 4, 31

- Movimientos fetales, 206

- miembros, 12, 174

- percepción materna, 13

- primeros, 8

- respiratorios, 117

- - fetales, 117

- Músculos, 206

- estribo, 93

- martillo, 93

- papilares, 108

- pectíneos, 106

## N

- Nacimiento; *véase* Parto

- Nariz, 74, 77

- Nasofaringe, 77

- Nervio craneal, 60

- Nervio espinal, 70, 71

- facial, 91, 93, 191

- frénico, 122, 123

- olfatorio, 60

- óptico, 60, 67

- trigémino, territorio sensitivo cara, 77

- Neurocráneo, 190

- Neuroectodermo, 32

- derivados, 35

- Neuroepitelio, 70

- Neurohipófisis, 66

- Neuronas olfatorias, 6

- Neuroporo, 33, 51

- rostral, caudal, cierre, 5

- Nódulo sinoatrial, 108

- Notocorda, 32, 193

## O

- Occipital, 191

- Odontoblastos, 82-83

- Oído externo, 11, 91-92

- interno, 93-94

- medio, 93

- Ojo, 67-69

- formación, 67

- movimiento parte frontal cara, 10, 11

- período embrionario, 6, 8

- reabertura, semanas 26-29, 19

- Oligohidramnios, 38

- Ombigo, 20

- Oótide, 4

- Oreja; *véase* Pabellón auricular

- Órgano Corti, 93

- espiral (Corti), 93

- Orificio Luschka, 60

- nasal, 74

- Orina, formación, 147

- Osificación, 11

- columna vertebral, 193

- costillas, 188

- cráneo, 190, 191

- endocondral, 183, 184

- esternón, 187

- intramembranosa, 183-184

- Osteocitos, 183

- Osteoclastos, 183

- Otocisto, 5, 60

- Ovario, 20, 167

- descenso, 167

- Ovocito, 4, 31

## P

- Pabellón auricular, 91-92

- - ecografía, semana 32, 26

- - movimiento cuello-cabeza, 10, 11

- Paladar, 84-85

- hendidura, 84

- Páncreas, 129-130

- Paradidimo, 169

- Paratiroides, 95, 98

- Párpados, 14, 15, 67-68

- fusión, 9, 68, 69

- Parto, 215-217

- Pedículo embrionario, 46

- vitelino, 135, 140

- Pelo, 209, 210

- Pelvis, 189

- Pene, 164

- Perfil, 78-79  
 Pericardio, 105  
 Pericondrio, 183, 184, 190  
 Perilinfá, 93  
 Período fetal, 9-20  
 Perostio, 183  
 Peristaltismo, 135  
 Peso nacimiento, 20  
 Pestañas, 19  
 Pezones, 211  
 Placenta, 64, 70  
 Placacnoides, 64  
 Pie, 173, 179-182  
   - ecografía, semana 26, 25  
   - período embrionario, 6, 8  
   - red venosa dorsal, 111  
 Piel, 207  
   - adelgazamiento, semana 13, 10  
   - arrugamiento, semanas 21-25, 15  
   - color, 20, 207  
 Placa coriónica, 42  
   - circulación sanguínea, ecografía Doppler color, 29-30  
   - decidual, 36  
   - epifisaria, 183  
   - mano, 173, 174  
   - neural, 4, 51  
   - notocordal, 32  
   - Peyer, 135  
 Placenta, 36, 42-43  
   - circulación, 109, 110  
   - ecografía, 21  
   - expulsión, 215  
   - gestaciones múltiples, 44  
   - madura, 42  
   - previa, 42  
   - unión fetal, 19, 39  
 Placoda cristalina, 5-6  
   - ótica, 93  
 Plano coronal, 2  
   - frontal, 2  
   - horizontal, 2  
   - longitudinal, 2  
   - medio, 2  
   - sagital, 2  
   - sección, 2  
   - transversal, 2  
 Plexo coroideo, 52, 53, 60, 64-65  
 Pliegue cervical, 51  
   - epidérmico, 207, 208  
   - neural, 4, 5, 32  
   - pontino, 51, 60  
   - urogenital, mujer, 162  
     - período indiferente, 160, 161  
     - varón, 164-165  
 Polihidramnios, 38  
 Prepucio, 164, 165  
 Primordio uterovaginal, 166, 167, 168  
 Proceso mandibular, 80, 82  
   - maxilar, 80, 81, 82  
   - nasal, 74, 82, 84  
   - notocordal, 4, 32  
   - palatino, 84  
   - vaginal, 170  
 Proctodeo, 141, 145  
 Prominencia frontonasal, 74  
 Pronefros, 147  
 Prosencéfalo, 5, 51, 52  
 Próstata, 169, 170  
 Protuberancia, 60  
   - artenoidea, 87, 88, 89  
 Pubis, 189  
 Pulgar, 174  
   - succión, 10  
 Pulmones, 117-120  
   - fases desarrollo, maduración, 120-121  
   - linfáticos, 213  
   - líquido, 117  
   - período embrionario, 7  
**Q**  
 Quiasma óptico, 52  
**R**  
 Radiología fetal, 204-205  
 Rate escrotal, 164  
 Recto, 141, 142, 157  
 Reflejos deglución, 206  
   - deglutorios, 206  
   - posturales, 206  
 Renina, 126  
 Respiración inicial, 117  
   - neonato, 188  
*Rete testis*, 169  
 Retina, 67  
 Rmones, 6, 147, 154  
   - agenesia, 147  
   - circulación sanguínea, 147  
   - ecografía, semana 18, 25  
   - identificación ecográfica, 22  
   - irrigación arterial, 115  
   - mesonéfricos, 147, 148-150, 153  
   - metanéfricos, 147, 148-154  
   - poliquísticos, 147  
   - posición relativa, 152, 153-155  
 Rodilla, 180, 186  
   - rotación, 179  
 Rombencéfalo, 5, 60-64  
   - período embrionario, 7, 8  
 Rombómero, 59, 60  
 Rostral, definición, 1  
**S**  
 Saco conómico, medida volumen, 21  
   - endolinfático, 93  
   - vitelino, 40  
     - embrion primitivo, 111  
     - primario, 31-40  
     - - restos, 40  
     - - secundario, 31, 32, 40  
 Sangre, 110  
   - coagulación, 110  
   - embrionaria, 40  
   - formación; véase Hematopoyesis  
 Sebo, 209  
 Secundinas, 36, 42  
 Semen, número espermatozoides, 4  
 Seno cervical, 95  
   - coronario, 106  
   - frontal, 191  
   - transverso, 104  
   - urogenital, 141, 157  
   - venoso, 104, 106, 108  
   - - duramadre, 115  
 Sexo, determinación ecografía, 22  
 Sinototrioblasto, 31, 36  
 Síndrome Down, 207

Sínfisis mentoniana, 191  
 Sinusoides hepáticos, 116  
 Sistema cardiovascular, 110  
 – circulatorio, 110-116  
 – conductos biliares, 131  
 – nervioso central; *véase* Encéfalo; Médula espinal  
 – – peritérico, 71  
 – – período embrionario, 6  
 Somitas, 5-6, 33  
 Sonidos, preferencias fetales, 93  
 Succión dedo pulgar, 10, 206  
*Sulcus limitans*, 51, 70  
 Superior, definición, 1  
 Surco neural, 4, 32  
 – uretral, 157, 164  
 – – mujer, 160, 161, 162  
 – – período indiferente, 160, 161, 162, 164  
 Surtactante, 117  
 Suturas, 191

## T

Tabique placentario, 36  
 – nasal, 74  
 – uorrectal, 141, 157  
 Talidomida, 179  
 Tapón meatal, 91  
 Telencéfalo, 52-56  
 Temperatura, neonatal, 212  
 Temporal, neonato, 191  
 Tenias colon, 141  
 Terminología, 1  
 Testículos, 165, 169-170  
 – descenso, 20, 170  
 – no descendidos, 20, 170  
 Timo, 95, 98, 100-101  
 Tiroides, 98-99  
 – sublingual, 98  
 Tiroxina, 98  
 Tórax, ecografía, semana 17, 23, 24  
 – organización general, 102-103  
 Trabajo parto, 215-217  
 Trabéculas carnosas, 108  
 Fractos espinales, 70  
 Tráquea, 117, 119, 121, 125  
 Trimestres, 20  
 Trofoblasto, 31  
 Trompa auditiva, 93, 95  
 – Eustaquio, 93  
 – Falopio, 167  
 – faringotimpánica, 93  
 – uterina, 167  
 Tronco arterioso, 104  
 – – división, 108  
 – celiaco, 40, 110  
 – pulmonar, 110  
 Uterículo genital, 160, 162, 164  
 – impar, 87  
 – Muller, 166  
 Utero intestinal, 40  
 – neural, 51  
 – – formación, 32, 33  
 – – médula espinal, 70  
 Túbulos seminíferos, 169  
 Utero; *véase* Vagina, 169

## U

Uñas dedos mano, 9, 11, 14, 15, 20, 173, 177-178  
 pie, 11, 20, 173, 182

Urao embrionario, 41  
 – – tubular, 157  
 Uréter, 147, 157  
 – brote ureteral, 147  
 – posición relativa, 152  
 Uretra, mujer, 157, 162  
 – varón, 157, 164, 165  
 Útero, 167-168; *véase también* Feto *in utero*  
 – gestante, 214  
 – ligamento redondo, 167, 168  
 Utrículo prostático, 169  
 Úvula, 84, 85

## V

Vagina, 167-168  
 Válvulas cardíacas, 108  
 – venosas, 106, 109  
 Vasos deferentes, 169  
 – sanguíneos, 110, 111; *véase también* Arterias; Venas  
 Vejiga urinaria, 157-159  
 – – ecografía, semana 18, 25  
 – – embrionaria, 41  
 – – posición relativa, 152  
 Vello, 209, 210  
 Vellosidades coriónicas, 36  
 – – biopsia, 36  
 Vena(s), 115-116  
 – ácigos, 115  
 – cardinales, 106, 115  
 – cava inferior, 106, 109, 115, 116  
 – – superior, 106, 109, 115  
 – cerebrales, 115  
 – hemiacigos, 115  
 – hepatocardiacas, 132  
 – hialoidea, 67  
 – porta, 116  
 – pulmonar, 106  
 – safenas internas, 111  
 – subcardinales, 115  
 – umbilicales, 41, 46, 47, 50, 106, 109  
 – – atrofia, 116  
 – – ligamento falciforme, hígado, 134  
 – vitelinas, 116  
 – – derechas, 106  
 Ventral, definición, 1  
 Ventriculos, 108  
 – paredes, 108  
 – primitivos, 104, 108  
 – tabicación, 108  
*Vernix caseosa*, 13, 15, 20, 207, 208, 209, 210  
 – – conducto auditivo externo, 91, 207  
 Vértebras, 184  
*Vertunontanum*, 169  
 Vesícula biliar, 131, 134  
 – cerebral, 51, 52  
 – cristaliniiana, 6  
 – óptica, 5, 67  
 – ótica, 6  
 – telencefálica, 51, 52  
 Viscerocráneo, 190

## Y

Yeyuno, 135  
 Yunque, 93, 94

## Z

Zigoto, 4, 31  
 Zona pelúcida, 4, 5, 31











granatlasdelavid00marj

granatlasdelavid00marj



granatlasdelavid00marj

**WITHDRAWN**  
No longer the property of the  
Boston Public Library.  
Sale of this material benefits the Library

PARKER HILL

**OCEANO/CENTRUM**